



РАДИОПРИЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА

ОДНОДИАПАЗОННЫЙ КОРОТКОВОЛНОВЫЙ СУПЕРГЕТЕРОДИН С ЭКОНОМИЧНЫМ ПИТАНИЕМ

В. Васильев

Основное отличие предлагаемого приемника от подобных конструкций состоит в сравнительно низком напряжении источника питания — 3 В. Тем не менее он обладает достаточно высокими параметрами. Работая в диапазоне 25...52 м, приемник имеет чувствительность со входа штыревой антенны 5...10 мкВ, избирательность по соседнему каналу составляет 16...18 дБ, по зеркальному — 12...18 дБ, номинальная выходная мощность до 30 мВт. При отсутствии сигнала потребляемый от источника питания ток составляет 5...6 мА, а при максимальной громкости — не более 20 мА.

Приемник выполнен по супергетеродинной схеме (рис. 1) и состоит из преобразователя частоты с совмещенным гетеродином на транзисторе *V1*, трехкаскадного усилителя промежуточной частоты на транзисторах *V2* — *V4*, причем один из каскадов (на транзисторе *V2*)

выполнен по схеме с общей базой и имеет автоматическую регулировку усиления, диодного детектора на германиевом диоде *V5* и усилителя низкой частоты на транзисторах *V7* — *V9, V12, V13*, выполненного по бестранс-

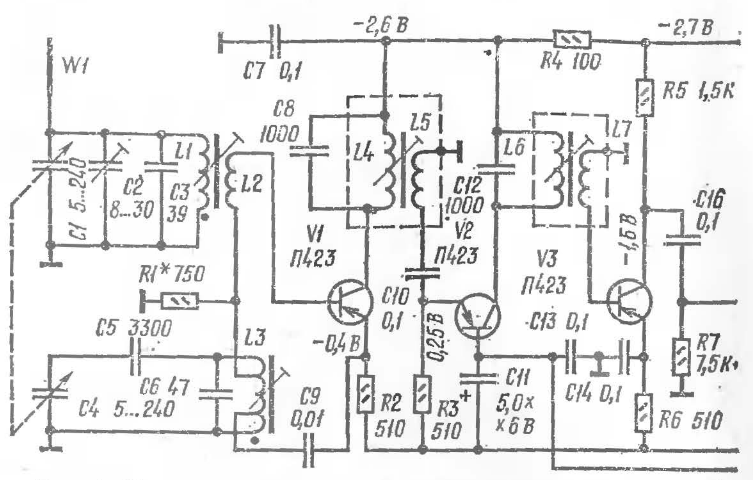


Рис. 1. Принципиальная схема коротковолнового приемника

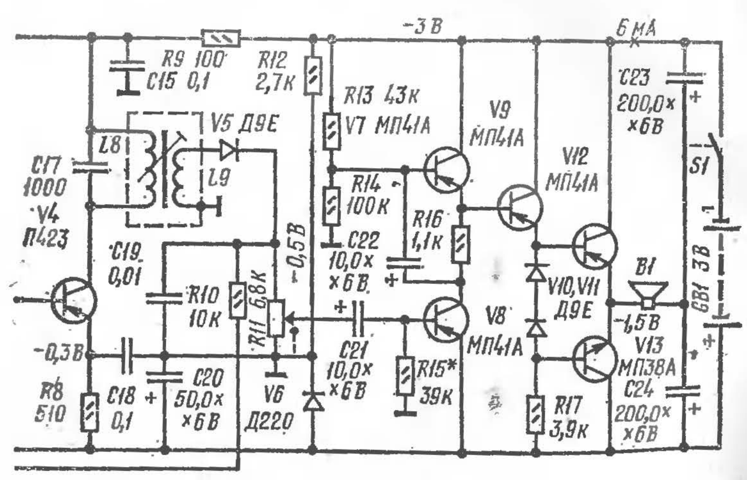


Рис. 1. Принципиальная схема коротковолнового приемника (продолжение)

форматорной схеме. Нагрузкой усилителя является динамическая головка *B1*.

Плавная перестройка по диапазону осуществляется блоком конденсаторов переменной емкости *C1C4*, а регулировка громкости — переменным резистором *R11*, являющимся одновременно нагрузкой детектора. Напряжение питания подается на приемник через выключатель *S1*.

Как указывалось ранее, преобразователь частоты выполнен на транзисторе *V1* по схеме с совмещенным гетеродином. Напряжение принимаемого сигнала подается на базу транзистора с катушки связи *L2*, а напряжение обратной связи гетеродина — с части витков катушки *L3*. Резонансный контур гетеродина связан с эмиттерной цепью транзистора частично, через нижний по схеме отвод катушки *L3*.

Как показала многолетняя радиолюбительская практика, преобразователь частоты данного типа работает устойчиво и не требует специальной регулировки, если ток коллектора транзистора составляет 0,8...1,2 мА, а нагрузка резонансного контура гетеродина носит преимущественно активный характер. Первое из этих условий выполняется применением стабилизированного начального смещения на базе транзистора, создаваемого диодным стабилизатором *R12V6*. Напряжение стабилизации равно 0,5 В и остается практически неизменным при снижении напряжения питания до 2 В.

Второе условие — активный характер нагрузки контура гетеродина во всем диапазоне рабочих частот — достигается выбором определенного соотношения количества витков катушки связи *L2* и положением отводов катушки *L3*, а также включением дополнительного резистора *R1* сопротивлением 510...1000 Ом. Правда, резистор ограничивает диапазон генерируемых частот, но зато позволяет стабилизировать напряжение гетеродина, подводимое к базе транзистора *V1*, на уровне 0,4... 0,6 В и обеспечить тем самым устойчивую работу преобразователя в выбранном диапазоне частот 5,5... 12,4 МГц.

С контура *L4C8*, настроенного на промежуточную частоту, сигнал подается через катушку связи *L5* и конденсатор *C10* на усилитель ПЧ, собранный на транзисторах *V2* — *V4*. Транзистор *V2* включен по схеме с

общей базой, тогда как два остальных — по схеме с общим эмиттером. Каскады различаются также и характером нагрузки в коллекторных цепях и видом межкаскадных связей. Так, если в цепи коллектора транзистора *V1* стоит резонансный контур фильтра ПЧ *L4C8*, то в цепи коллектора транзистора *V3* — постоянный резистор *R5*. Остальные каскады усилителя ПЧ (на транзисторах *V2* и *V4*) также имеют в цепях коллекторов резонансные контуры фильтров ПЧ, настроенные на частоту 465 кГц. Между каскадами встречается и трансформаторная связь, осуществляемая с помощью катушек *L5, L7*, и емкостная связь — через конденсатор *C16*.

Такое сочетание различных способов включения транзисторов (общая база и общий эмиттер), характера нагрузки (резонансная и апериодическая), связи (трансформаторная и емкостная) позволяет получить, с одной стороны, устойчивое усиление тракта промежуточной частоты, а с другой — обеспечивает достаточно высокую избирательность по соседнему каналу при сравнительно небольшом числе фильтров ПЧ.

Хорошие характеристики тракта усиления ПЧ достигаются и за счет стабилизации напряжения начального смещения, подаваемого на базы транзисторов с выхода диодного стабилизатора напряжения. Начальное смещение на базу транзистора *V2* подается последовательно с напряжением АРУ, выделяющимся на резисторе *R11*, благодаря чему по мере увеличения мощности входного сигнала снижается напряжение смещения на базе этого транзистора и уменьшается усиление каскада. Смещение на базу транзистора *V3* подается непосредственно с выхода стабилизатора, подключенного к «заземленному» проводу, а на базу транзистора *V4* — с выхода стабилизатора через резистор *R7*. Эту особенность приемника следует учитывать при монтаже и не пытаться соединить «плюсовой» провод питания с «заземленным». Стабилизированное смещение подается также (через резистор *R15*) на базу транзистора *V8* первого каскада усилителя НЧ.

Для обеспечения нормальной работы стабилизатора диод *V6* зашунтирован по переменному току конденсатором *C20*.

Особенностью усилителя НЧ является наличие только одного каскада, собранного по схеме с общим эмиттером на транзисторе *V8* и работающего на динамическую нагрузку в виде входного сопротивления эмиттерного повторителя на составном транзисторе. Составной транзистор образован последовательно соединенными транзисторами структуры *p-n-p (V7, V9, V12)* и симметрично включенного транзистора структуры *n-p-n (V13)*. Необходимое начальное смещение на базах транзисторов *V12* и *V13* относительно их эмиттеров создается за счет падения напряжения на диодах *V10, V11*, включенных в прямом направлении. Нагрузка усилителя — динамическая головка *B1* — включена между эмиттерами выходных транзисторов и общей точкой последовательно соединенных конденсаторов *C23, C24*. Такое включение нагрузки позволяет более полно использовать емкость электролитических конденсаторов — каждый из них одновременно является переходным по отношению к нагрузке и фильтрующим по отношению к источнику питания. Кроме того, такое включение нагрузки уменьшает амплитуду броска тока через транзисторы *V12, V13* в момент включения питания.

Сравнительно высокой экономичности использования источника питания удалось добиться прежде всего за счет снижения его напряжения до минимально допустимого значения и соответствующего уменьшения коллекторных токов всех транзисторов. Известно, что германиевые транзисторы, используемые в приемнике, способны работать даже при напряжении между коллектором и эмиттером 1,5...2 В и токе коллектора 0,3...0,5 мА. Правда, усилительные свойства транзисторов в таком режиме несколько хуже, чем при напряжении питания 9 В и токе коллектора 1...1,5 мА. Но это снижение усиления вполне компенсируется добавлением по одному транзистору в усилитель ПЧ и усилитель НЧ (по сравнению с приемником, питающимся напряжением 9 В).

Следует также учитывать, что при работе транзистора с пониженными токами и напряжением в меньшей степени сказываются собственные шумы транзисторов входных каскадов (преобразователя частоты и первого каскада усилителя ПЧ), в результате чего в приемнике можно использовать транзисторы с ненормируемым уровнем собственных шумов. Правда, качество работы

К W1
L1,L2
C3
R1
C2
C10
C9
R3
L4
C8
V1
L3
C6
C13
L5
R2
V2
C12
C7
C1
L6
R4
C4
C5
C14
L7
R6
C15
V3
R5
C17
C19
R11
C16
R7
L8
R10
К C21
V4
R9
V5
R8
L9
S1
V7
R14
К (V9)
C18
C11
R16
C22
R13
R12
V11
V10
К R11
V8
V12
C21
R17
V6
V13
C23
B1
R15
C20
C24
К GB1
а

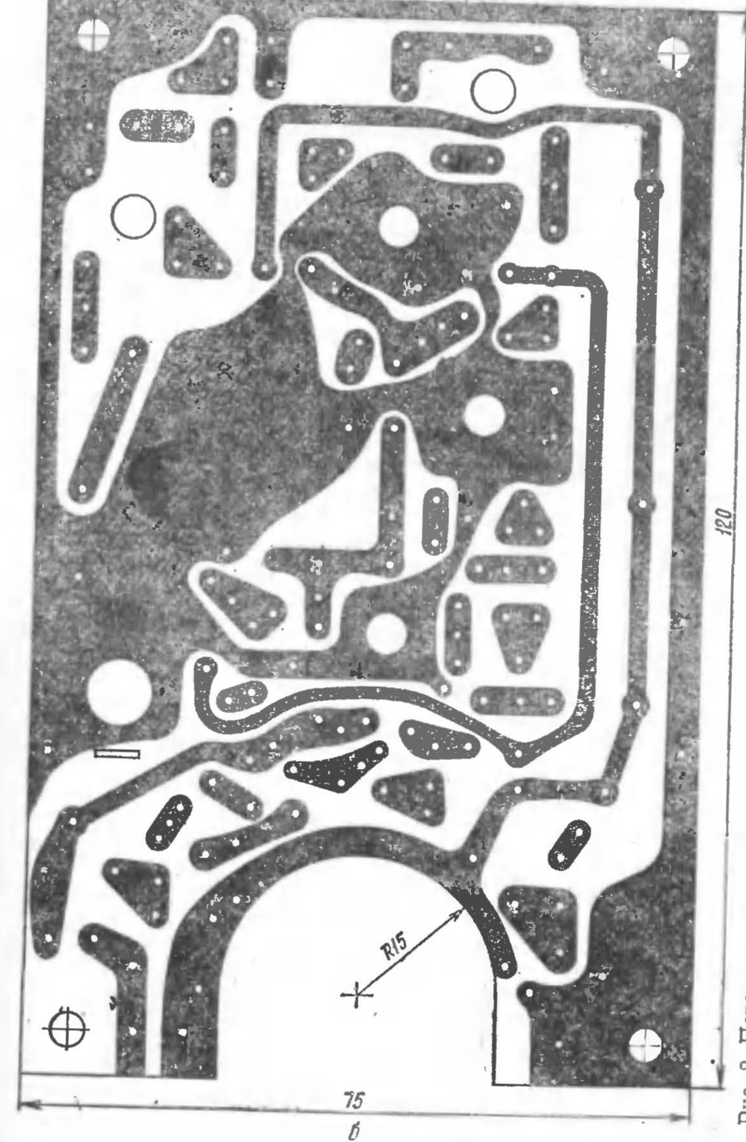


Рис. 2. Печатная плата приемника:
а — расположение элементов; б — печатный монтаж

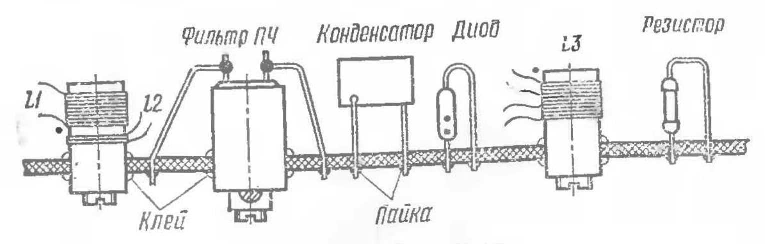


Рис. 3. Пример размещения деталей на плате

приемника при прочих равных условиях будет выше, если использовать транзисторы с большим коэффициентом передачи тока базы, высокой предельной частотой и малым коэффициентом шума.

К о н с т р у к ц и я и д е т а л и. Значительная часть деталей приемника смонтирована на печатной плате (рис. 2) размерами 75 × 120 мм, вырезанной из одностороннего фольгированного стеклотекстолита (можно гетинакса). Катушки индуктивности, фильтры ПЧ, конденсаторы, резисторы, диоды установлены на плате, как показано на рис. 3. Катушки фильтров ПЧ заключены в металлические экраны, которые укрепляют в прямоугольных вырезах в плате размерами 10 × 10 мм. Экраны должны иметь надежный электрический контакт с «заземленным» проводом. Подстроечники катушек индуктивности должны быть со стороны печатного рисунка платы. Блок конденсаторов переменной емкости закрепляют с помощью выводов, расположенных по периметру его корпуса.

Монтажная плата закреплена в пластмассовом корпусе размерами 50 × 80 × 160 мм (рис. 4) четырьмя винтами, ввинченными во вклеенные по углам корпуса бобышки. В нем же размещают штыревую выдвижную телескопическую антенну от приемника «Спидола» или «ВЭФ-202», динамическую головку 0,1ГД-6 или 0,1ГД-10 и два элемента 332. На переднюю панель выводят ось блока конденсаторов переменной емкости, а справа сбоку — ось регулятора громкости, на которую надевают ручку. На передней панели имеется экран — шкала из прозрачного органического стекла, на которой выгравированы первые цифры участков коротковолнового диапазона волн: *«3»* — 31 м, *«4»* — 41 м, *«5»* — 50 м. Стрелка указателя настройки перемещается с помощью нитя-

ной передачи и шкива диаметром 35 мм, надетого на ось блока конденсаторов переменной емкости.

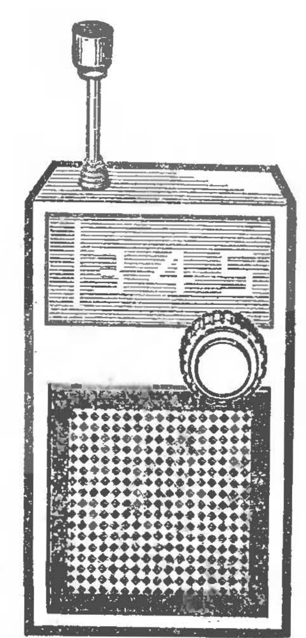


Рис. 4. Внешний вид приемника

Вместо транзисторов П423 в приемнике можно использовать П422, П416, ГТ322 с любыми буквенными индексами, вместо МП41А — МП39Б, МП40А, МП42Б, а также любые транзисторы серий ГТ108, ГТ110, вместо МП38А — МП37А, МП36А. Диоды *V5*, *V10*, *V11* могут быть, кроме указанных на схеме, Д9В, Д18, Д20, диод *V6* — КД501, КД503 или другой, кремниевый, с падением напряжения около 0,5 В при прямом токе через диод 0,6...0,7 мА.

Постоянные резисторы могут быть типа ВС-0,125, МЛТ-0,25, МЛТ-0,5. Переменный резистор, спаренный с выключателем питания,— типа СП3-4в. Постоянные конденсаторы — КЛС, К5-15, КМ-5, КМ-6, причем конденсаторы *C8*, *C12*, *C17* должны иметь разброс не более ±10%. Электролитические конденсаторы — К50-6 на номинальное напряжение 6 или 10 В. Возможно увеличение емкости всех электролитических конденсаторов в 1,5...2 раза по сравнению с указанными на схеме номиналами. Подстроечный конденсатор *C2* — КПК-М, переменный — сдвоенный любой конструкции, но обязательно малогабаритный (например, от промышленных малогабаритных транзисторных приемников).

Фильтры ПЧ могут быть готовые или самодельные. В первом случае без каких-либо переделок подойдут катушки индуктивности ФПЧ от приемника «Селга» со следующей цветной маркировкой: *L4L5* — черной, *L6L7* — коричневой, *L8L9* — красной. При самостоятельном изготовлении потребуются стандартные горшкообразные сердечники из феррита 400НН с каркасами, пластмассовой арматурой и экранами. Катушки *L4*, *L6*

и *L8* должны содержать по 70 витков провода ЛЭШО 5×0,06 или ПЭВ-1 0,15, *L5* — 4 витка, *L7* — 7 витков, *L9* — 50 витков провода ПЭЛШО или ПЭВ-1 диаметром 0,15 мм.

Катушки индуктивности входного и гетеродинного контуров наматывают на каркасах диаметром 7 мм с подстроечниками СЦР-1 от катушек ФПЧ изображения и звука телевизоров. Намотка производится виток к витку проводом ПЭЛШО 0,27: катушка *L1* должна содержать 12,5 витка, *L2* — 2 витка, *L3* — 12 витков с отводами от 2-го и 6-го витков, считая от нижнего по схеме вывода.

Чувствительность приемника достаточна для приема удаленных радиостанций на штыревую антенну длиной 300...700 мм. Если такой антенны не окажется, ее можно заменить самодельной меньшей длины или, в крайнем случае, многожильным монтажным проводом в поливинилхлоридной изоляции, подключаемым к входной цепи через разъем.

Налаживание начинают с измерения авометром режимов работы транзисторов по постоянному току, указанных на принципиальной схеме. Напряжение диодного стабилизатора можно откорректировать либо подбором диода *V6*, либо подбором резистора *R12*. Подбором резистора *R15* устанавливают напряжение на эмиттерах транзисторов *V12, V13*. Потребляемый приемником ток при отсутствии сигнала и самовозбуждения должен находиться в пределах 5...6 мА.

Если режимы работы всех транзисторов соответствуют указанным на схеме и в динамической головке слышны шумы приемника, можно переходить к настройке высокочастотного тракта. Первоначально все подстроечники катушек индуктивности и ФПЧ устанавливают в среднее положение. Плавным и медленным вращением ротора блока переменных конденсаторов добиваются приема хотя бы одной станции коротковолнового диапазона. Затем пластмассовой отверткой регулируют положение подстроечников катушек ФПЧ (вначале последнего каскада усиления ПЧ, затем второго и первого), добиваясь максимума громкости.

После такой предварительной настройки тракта ПЧ можно перейти к регулировке преобразователя частоты. Ось блока конденсаторов переменной емкости устанавливают в положение, близкое к максимальной емкости, подстроечником катушки *L3* настраиваются на одну из станций диапазона 49—50 м, и вращением подстроечника катушки *L1* добиваются ее наиболее громкого приема. Контроль за работой станции ведут по вспомогательному радиовещательному приемнику. Затем устанавливают блок конденсаторов в положение минимальной емкости (пластины выведены) и подстроечным конденсатором *C2* добиваются громкого звучания станций, работающих в диапазоне 25 м. Обычно подобную операцию приходится повторять несколько раз, добиваясь наибольшей громкости станций в диапазоне 50 м подстроечником катушки *L1*, а в диапазоне 25 м — подстроечным конденсатором *C2*.

После этого необходимо более точно подстроить тракт ПЧ, добиваясь подстроечниками его фильтров максимума громкости наиболее удаленной радиостанции в диапазоне 30...40 м.

В случае неустойчивой работы преобразователя частоты (срыва генерации или самовозбуждения) на одном из участков диапазона необходимо подобрать сопротивление резистора *R1*.

ЗВУКОВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ

УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ НЧ

В. Иваненко

Выходная мощность этого усилителя может достигать 25 Вт, при этом коэффициент гармоник не превышает 0,25%. Диапазон воспроизводимых усилителем частот составляет 20...20 000 Гц при неравномерности амплитудно-частотной характеристики ±1 дБ, входное сопротивление усилителя 12 кОм, чувствительность 220 мВ.

Усилитель собран на девяти транзисторах (рис. 1). Первый каскад, в котором работают транзисторы *V1, V2*,— дифференциальный. Он позволяет стабильно поддерживать нулевой потенциал на выходе усилителя, благодаря чему через нагрузку не протекает постоянный

ток выходных транзисторов. Поскольку один из входов дифференциального каскада соединен через резистор *R2* с общим проводом питания, имеющим нулевой потенциал, а второй вход соединен через резистор *R7* с выходом усилителя, то любой потенциал на выходе усилителя, отличный от нулевого, вызовет разбаланс дифференциального каскада. При этом режимы остальных каскадов также изменятся, что в итоге приведет к установке на выходе усилителя нулевого потенциала.

Сигнал с предварительного усилителя (развивающего напряжение около 220 мВ) поступает через цепочку *C1R1* на базу транзистора *V1* дифференциального каскада. Нагрузкой этого каскада является резистор *R3*. С него сигнал поступает далее на базу транзистора *V6*. В коллекторной цепи этого транзистора включен источник тока на транзисторе *V7*, обладающий большим внутренним сопротивлением, что позволяет повысить коэффициент усиления каскада на транзисторе *V6*.

На транзисторах *V9, V10* выполнен фазоинверсный каскад, а на транзисторах *V11, V12* — выходной. Необходимый ток покоя выходных транзисторов устанавливают подстроечным резистором *R8*. Усилитель охвачен отрицательной обратной связью, которая осуществляется подачей выходного напряжения через цепочку *R7R6C3* на базу транзистора *V5*. Такая обратная связь уменьшает нелинейные искажения усилителя и его вы-

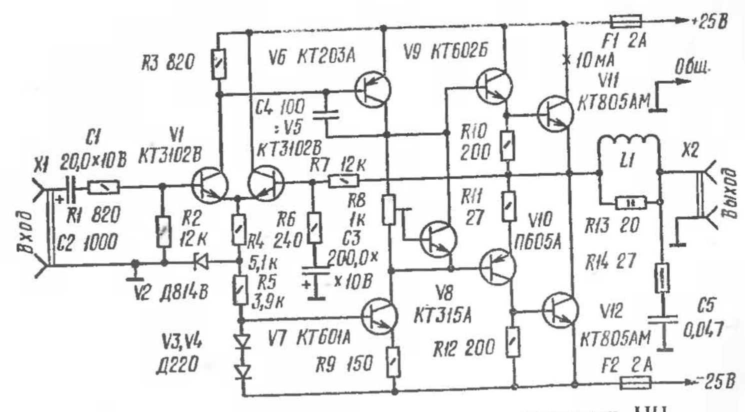


Рис. 1. Принципиальная схема усилителя мощности НЧ

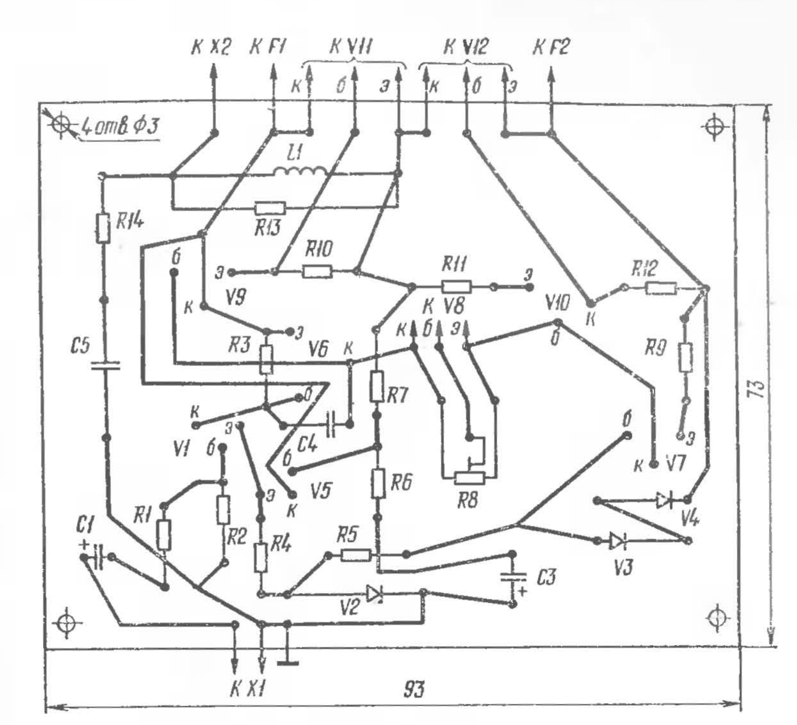


Рис. 2. Печатная плата усилителя

ходное сопротивление, а также расширяет полосу воспроизводимых частот.

Цепочка *R1C2* на входе усилителя ослабляет различные высокочастотные помехи, проникающие на вход усилителя. Конденсатор *C4* устраняет возможное возбуждение усилителя на высоких частотах. Катушка индуктивности *L1* повышает устойчивость усилителя при работе на комплексную нагрузку. К примеру, при подаче на вход усилителя сигнала прямоугольной формы частотой 10 кГц и подключении к выходу усилителя нагрузки из параллельно соединенных резистора сопротивлением 4 Ом и конденсатора емкостью 1 мкФ усилитель не возбуждается, а выбросы на переходной характеристике носят характер быстро затухающего процесса. Цепочка *R14C5* обеспечивает устойчивую работу усилителя при случайно отключенной нагрузке.

Часть деталей усилителя смонтирована на печатной плате (рис. 2, 3) из фольгированного стеклотекстолита. Выходные транзисторы установлены на радиаторы площадью поверхности 300 см². К радиатору одного из транзисторов приклеен клеем БФ-2 транзистор *V8*. Если в выходном каскаде будут использоваться транзисторы КТ805АМ или подобные, рассчитанные на креп-

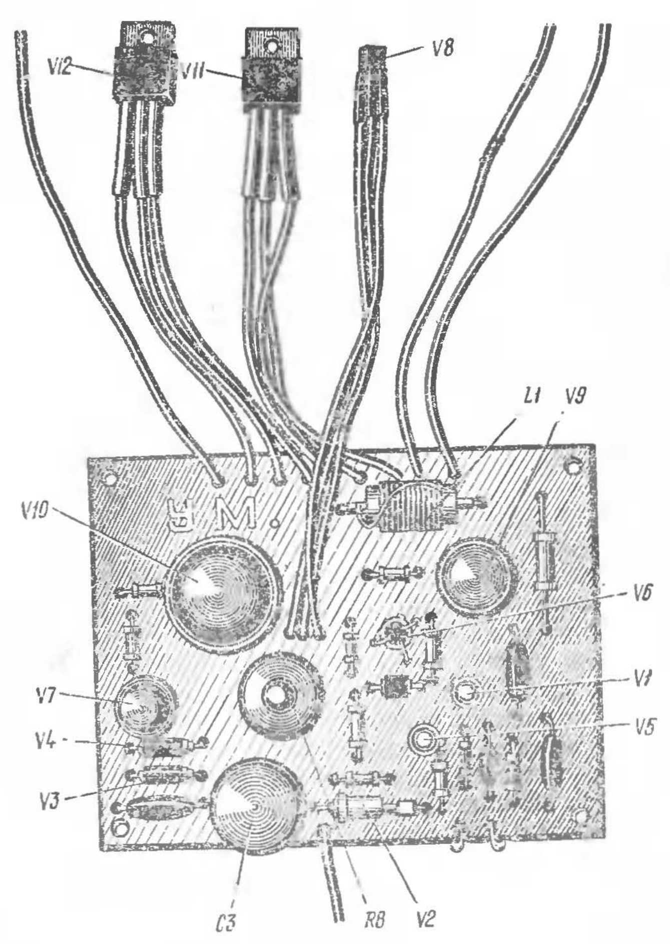


Рис. 3. Внешний вид платы с деталями

ление к радиатору винтами и пружинящей накладкой, транзистор *V8* прикладывают к корпусу выходного транзистора и прижимают накладкой. В результате получается хороший тепловой контакт между транзистором *V8* и радиатором, а значит, и хорошая стабилизация тока покоя выходных транзисторов при изменении температуры окружающей среды и их нагреве.

В усилителе использованы постоянные резисторы МЛТ-0,25, МЛТ-0,5 и МЛТ-2,0; подстроечный резистор *R8* — СПО-0,5; конденсаторы *C1* и *C3* — К50-6, *C4* — КТ, *C5* — К73-17. Транзисторы КТ3102В можно заменить на КТ3102А, КТ3102Б, КТ342А, КТ342Б, КТ315 (с любым буквенным индексом); транзистор КТ203А — на КТ203Б, КТ208, КТ209 и другие аналогичные с допускаемым напряжением между коллектором и эмиттером не менее 30 В; транзистор КТ601А — на КТ602, КТ608, КТ312Б, П307 — П309, КТ503; транзистор КТ602Б — на КТ604Б, КТ630; транзистор П605А — на КТ609А, КТ626А — КТ626В, ГТ905. В качестве выходных можно использовать транзисторы КТ802А, КТ803А, КТ805А, КТ805Б, КТ808А и другие средне- и высокочастотные транзисторы со статическим коэффициентом передачи тока не менее 30 и выходной мощностью не менее 30 Вт. Катушка индуктивности *L1* содержит 30 витков провода ПЭВ-2 0,6, намотанных на корпусе резистора *R13*.

Питается усилитель от нестабилизированного двуполярного источника постоянного тока. В цепях питания включены предохранители *F1* и *F2*, защищающие детали источника и усилителя при коротких замыканиях в цепи нагрузки.

Перед включением усилителя движок подстроечного резистора *R8* устанавливают в верхнее по схеме положение. Затем подают питание на усилитель и перемещением движка этого резистора устанавливают ток покоя выходных транзисторов равным 10...15 мА. При необходимости изменить чувствительность усилителя подбирают резистор *R6*.

ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ НЧ МОЩНОСТЬЮ 50 Вт

Е. Фомишин

Усилитель предназначен для использования в составе ансамбля электромузыкальных инструментов. В нем три усилительных канала и по каждому предусмотрена раздельная регулировка усиления и коррекция частотной характеристики. Источниками сигналов могут быть струнные и клавишные электромузыкальные инструменты, микрофоны, звукосниматель, магнитофон и т. д. Предусмотрена возможность пропускания сигналов любого из них через ревербератор.

Диапазон пропускаемых усилителем частот составляет 40...18 000 Гц, выходная мощность на нагрузке 4 Ом — 50 Вт, коэффициент нелинейных искажений не превышает 1%. Чувствительность усилителя с микрофонного входа равна 0,01 мВ, при подключении электрогитары чувствительность снижается до 0,05 мВ, для электрооргана используется вход с чувствительностью 200 мВ, а для подключения ревербератора — вход с чувствительностью 50 мВ. Усилитель питается от сети переменного тока напряжением 220 В и потребляет мощность в режиме максимальной громкости до 120 Вт.

Функциональная схема усилителя приведена на рис. 1. Сигналы от трех различных источников подаются через разъемы *X1* — *X3* на микрофонные усилители *У1* — *У3*. Выходы их подключены одновременно к двум микшерам *У4* и *У5*. С микшера *У4* общий сигнал подается на предварительный усилитель *У6*, а с выхода его — на усилитель мощности *У7*. Нагрузкой усилителя являются параллельно включенные громкоговорители *B1* и *B2*.

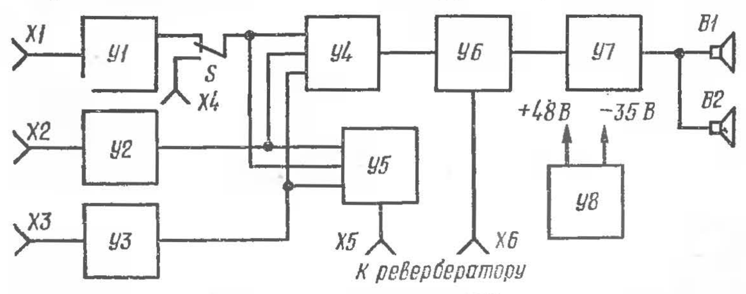


Рис. 1. Функциональная схема усилителя НЧ

Для подключения ревербератора используется микшер *У5*, собранный по такой же схеме, что и *У4*. Сигнал с микшера подается через разъем *X5* на вход ревербератора, а выходной сигнал ревербератора поступает на предварительный усилитель *У6* через разъем *X6*.

Разъем *X4* рассчитан на подключение электронного орга́на, но может быть использован и для подачи сигнала от другого источника, например магнитофона. Переключателем *S* выбирают нужный в данный момент сигнал и подают его на микшеры.

Питается усилитель от блока *У8*, который выдает два постоянных напряжения. Блок включается в сеть 220 В.

Знакомство с работой усилителя по принципиальным схемам начнем с микрофонных усилителей и микшеров (рис. 2). Усилители собраны по одинаковым схемам, поэтому достаточно рассмотреть работу одного из них — *У1*. Со входом усилителя соединен разъем *X1*, к которому во время работы подключают микрофон.

Входной сигнал подается через конденсатор *1-C1* и резистор *1-R1* на первый каскад, выполненный на транзисторе *1-V1* типа П416Б. Выбор этого транзистора обусловлен его малым уровнем собственных шумов. На таком же транзисторе собран и второй каскад. Между собой каскады соединены непосредственно, что позволило снизить фазовые и частотные искажения сигнала. Стабилизация режима работы каскадов обеспечивается глубокой отрицательной обратной связью по постоянному и переменному токам, которой они охвачены. Конденсатор *1-C2* повышает устойчивость работы усилителя, обеспечивая «завал» частот выше 18 кГц.

С выхода второго каскада усиленный сигнал подается на эмиттерный повторитель на транзисторе *1-V3*, а с его нагрузки (резистор *1-R8*) — на регулятор тембра. Частотная характеристика в области низших частот корректируется переменным резистором *1-R10*, а в области высших частот — переменным резистором *1-R14*. Поскольку регулятор тембра ослабляет сигнал, в усилитель введены дополнительные каскады на транзисторах *1-V5* (усилитель) и *1-V6* (эмиттерный повторитель), компенсирующие это ослабление. С резистора *1-R23* выходной сигнал подается через цепочку *1-R20*, *1-C10* на регуля-

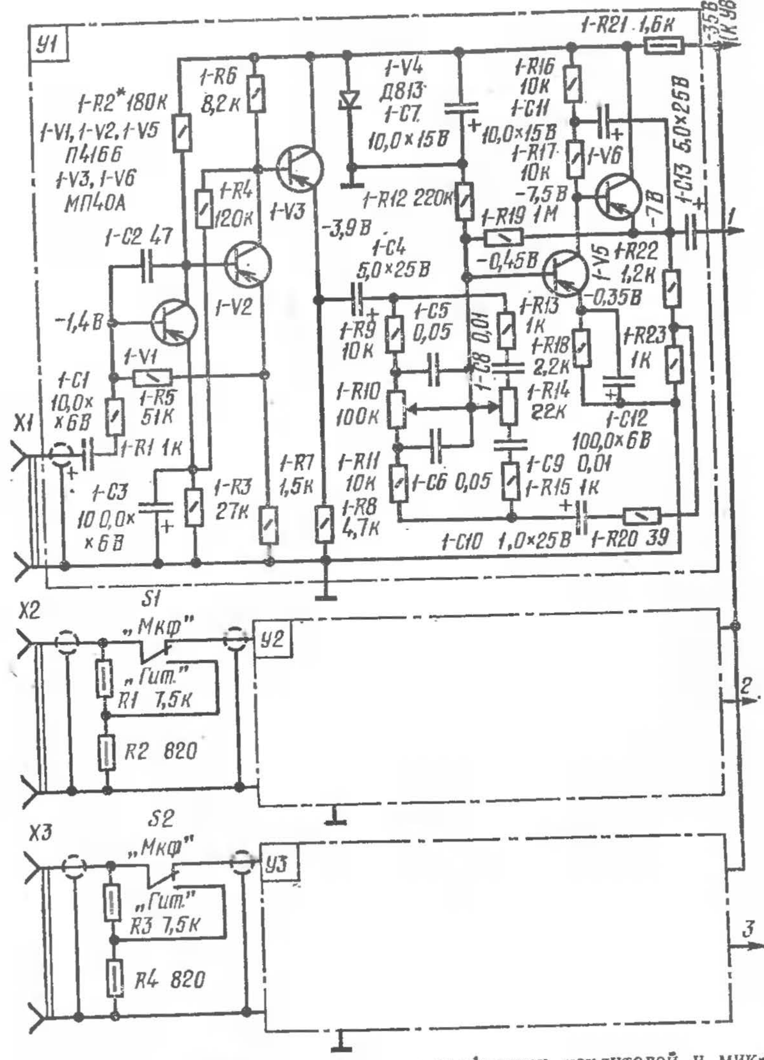


Рис. 2. Принципиальная схема микрофонных усилителей и микшеров

тор тембра, создавая таким образом обратную связь частотной коррекции, охватывающую каскады на транзисторах *1-V5* и *1-V6*.

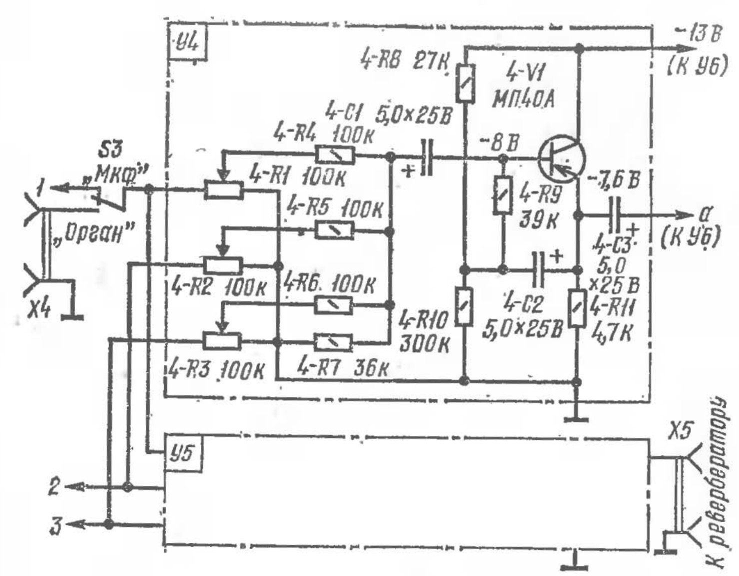


Рис. 2. Принципиальная схема микрофонных усилителей и микшеров (продолжение)

Выходной сигнал микрофонного усилителя *У1* поступает далее через переключатель *S3* на переменный резистор *4-R1* микшера *У4* и соответственно на переменный резистор *5-R1* микшера *У5*. С движка резистора *4-R1* сигнал подается через резистор *4-R4* на эмиттерный повторитель, выполненный на транзисторе *4-V1*. Сюда же поступают сигналы и с других микрофонных усилителей — *У2* (через переменный резистор *4-R2* и постоянный *4-R5*) и *У3* (через резисторы *4-R3* и *4-R6*). Общий (смешанный) сигнал выделяется на резисторе *4-R11*, являющемся нагрузкой эмиттерного повторителя.

Следует отметить, что сигналы на вход микрофонных усилителей *У2* и *У3* подаются не непосредственно, как на *У1*, а через делители напряжения и переключатели. С их помощью и осуществляется нужное изменение общей чувствительности усилительного тракта для различных источников сигнала: микрофона и электрогитары.

Выходной сигнал микшера *У4* подается далее через конденсатор *4-C3* на предварительный усилитель НЧ.

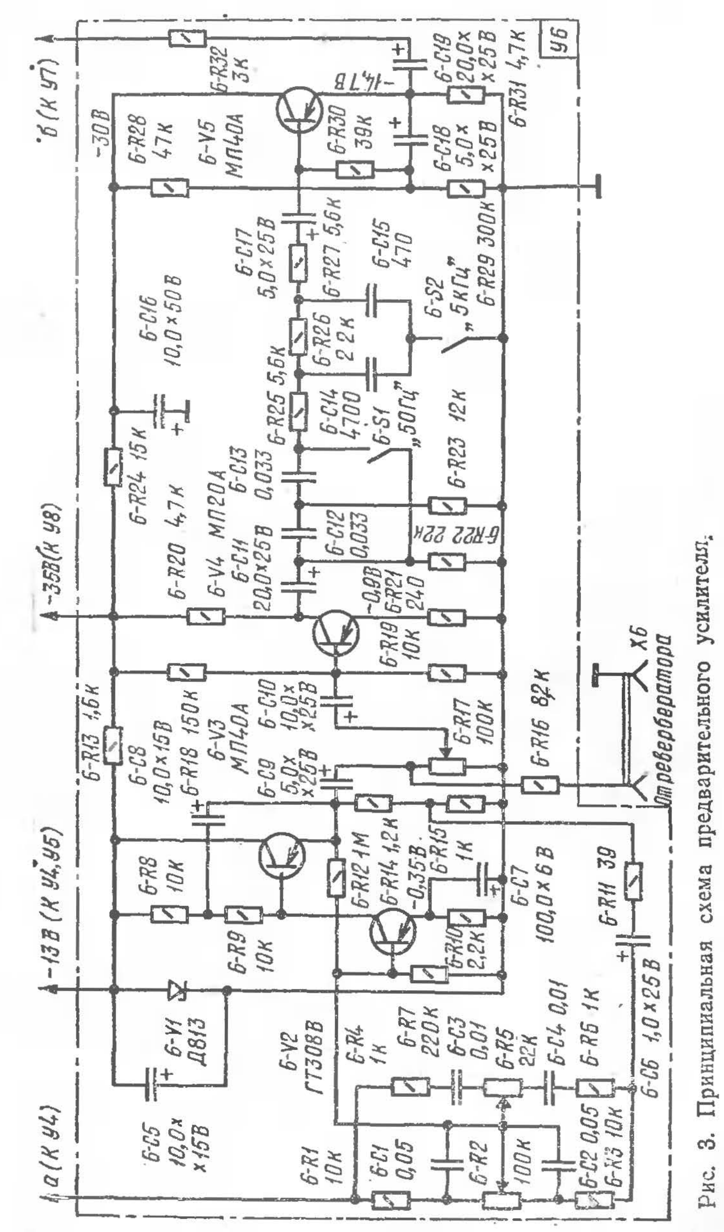


Рис. 3. Принципиальная схема предварительного усилителя.

Сигнал же с микшера У5 может быть подан через разъем Х5 на вход ревербератора. Переключателем S3 к одному из входов микшера можно подключать либо выход усилителя У1, либо разъем Х4, с которым будет соединен электроорган (или другой источник сигнала).

Предварительный усилитель НЧ собран на четырех транзисторах (рис. 3). На входе его стоит регулятор тембра с переменными резисторами *6-R2* и *6-R5* с компенсирующими каскадами на транзисторах *6-V2* и *6-V3*, выполненными по такой же схеме, что и аналогичный узел в микрофонном усилителе. Затем сигнал подается через конденсатор *6-С9* на общий регулятор громкости (резистор *6-R17*), а с движка его — на усилительный каскад, собранный на транзисторе *6-V4*. В эмиттерной цепи транзистора включен резистор *6-R21*, создающий отрицательную обратную связь по току — она способствует снижению нелинейных и частотных искажений сигнала.

К выходу этого каскада подключены два фильтра — низших и высших частот. Фильтр низших частот состоит из двухзвенной *RC* цепочки *6-R22, 6-С12, 6-R23, 6-С13*, которую включают с помощью выключателя *6-S1*. Когда контакты выключателя разомкнуты, низшие частоты ослабляются, что нередко позволяет снизить уровень низкочастотных помех. Фильтр высших частот состоит из резисторов *6-R25, 6-R26, 6-R27* и конденсаторов *6-С14, 6-С15*. Включается он с помощью выключателя *6-S2*, когда его контакты замкнуты, ослабляются высшие частоты сигнала и качество звуковоспроизведения в помещении с низкими акустическими данными нередко возрастает.

Прошедший через фильтры сигнал поступает через конденсатор *6-С17* на эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе *6-V5*, а с его нагрузки (резистор *6-R31*) — через конденсатор *6-С19* и резистор *6-R32* на вход усилителя мощности *У7*.

Выходной сигнал ревербератора подается через разъем *Х6* и постоянный резистор *6-R32* на переменный резистор общего усиления *6-R17*.

Усилитель мощности (рис. 4) собран по двухтактной бестрансформаторной схеме с отрицательной обратной связью по постоянному току, позволяющей стабилизировать режим работы транзисторов. С целью уменьшения

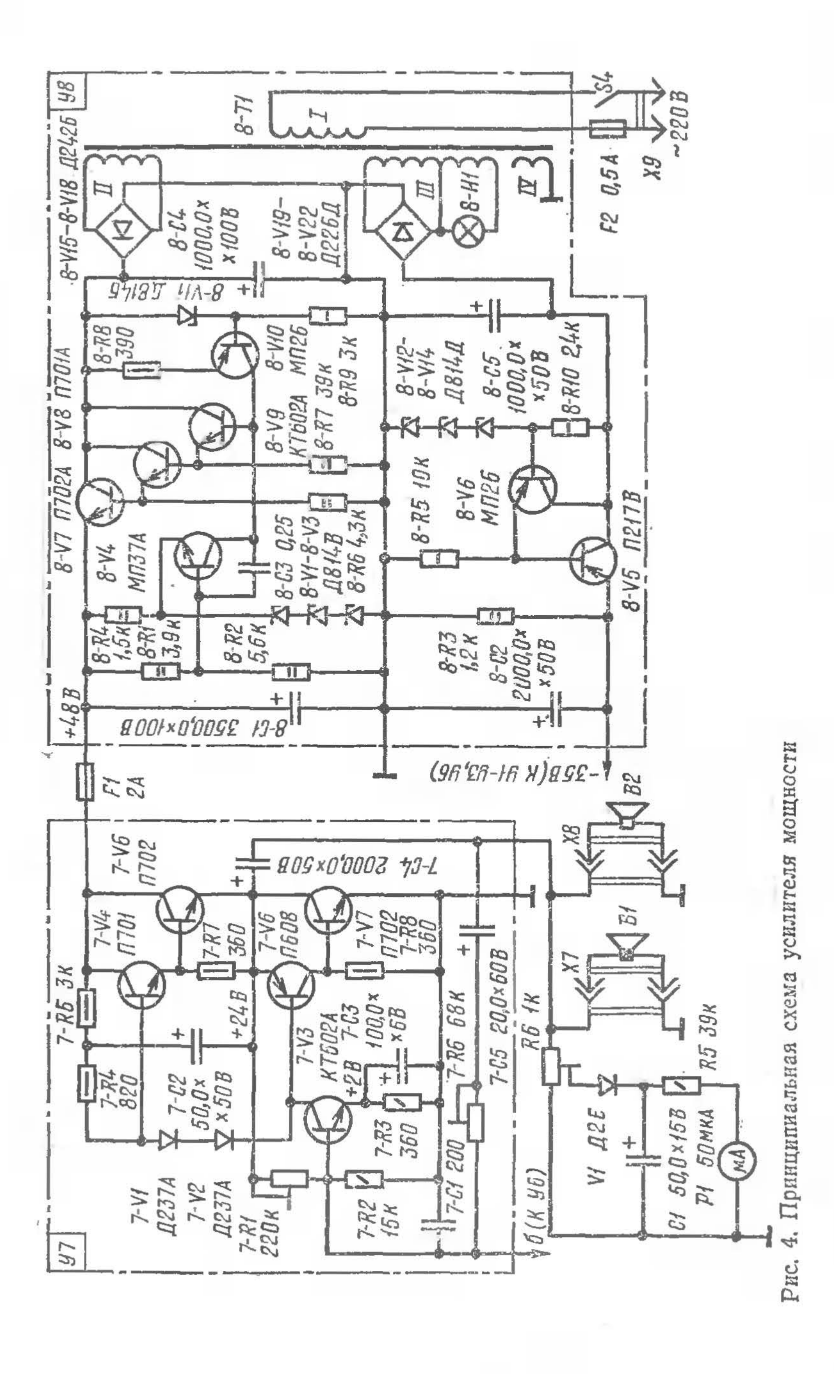


Рис. 4. Принципиальная схема усилителя мощности

нелинейных искажений, обусловленных неидентичностью пар транзисторов *7-V4*, *7-V5* и *7-V6*, *7-V7*, а также нелинейностью их входных и выходных характеристик, введена глубокая отрицательная обратная связь по переменному току через цепочку *7-R6*, *7-C5*.

Начальное смещение и температурная стабилизация транзисторов выходного каскада обеспечивается последовательно соединенными диодами *7-V1* и *7-V2*. Выходной сигнал усилителя поступает через разъемы *X7* и *X8* на громкоговорители *B1* и *B2*. Уровень выходного сигнала можно контролировать по стрелочному индикатору, показания которого могут свидетельствовать об отдаваемой в нагрузку мощности и возможной перегрузке усилителя.

Блок питания *У8* состоит из трансформатора *8-T1*, двух отдельных выпрямителей и двух стабилизаторов. Мощный выпрямитель на диодах *8-V15—8-V18* со стабилизатором на транзисторах *8-V4*, *8-V7—8-V10* служит только для питания выходных каскадов усилителя мощности. Стабилизатор обеспечивает напряжение 48 В при токе нагрузки до 2 А. Изменение напряжения сети на ±10% вызывает изменение постоянного напряжения на выходе стабилизатора не более чем ±0,05%, при этом амплитуда пульсаций не превышает 5 мВ.

Регулирующий элемент стабилизатора выполнен на составном транзисторе *8-V7—8-V9*. В качестве усилителя в цепи обратной связи используется транзистор *8-V4*, эмиттер которого подключен к источнику опорного напряжения на стабилитронах *8-V1—8-V3* и резисторе *8-R4*. На базу транзистора подается с делителя *8-R1*, *8-R2* часть выходного напряжения стабилизатора. Для повышения коэффициента стабилизации нагрузкой транзистора *8-V4* служит токостабилизирующий каскад на транзисторе *8-V10*, стабилитроне *8-V11* и резисторах *8-R8*, *8-R9*.

Фильтром выпрямителя служит электролитический конденсатор *8-C4*, на выходе стабилизатора поставлен другой сглаживающий конденсатор — *8-C1*. Для защиты стабилизатора от возможных перегрузок установлен предохранитель *F1*.

Второй стабилизатор, питаемый от выпрямителя на диодах *8-V19—8-V22*, предназначен для питания предварительного усилителя НЧ. Выходное напряжение его

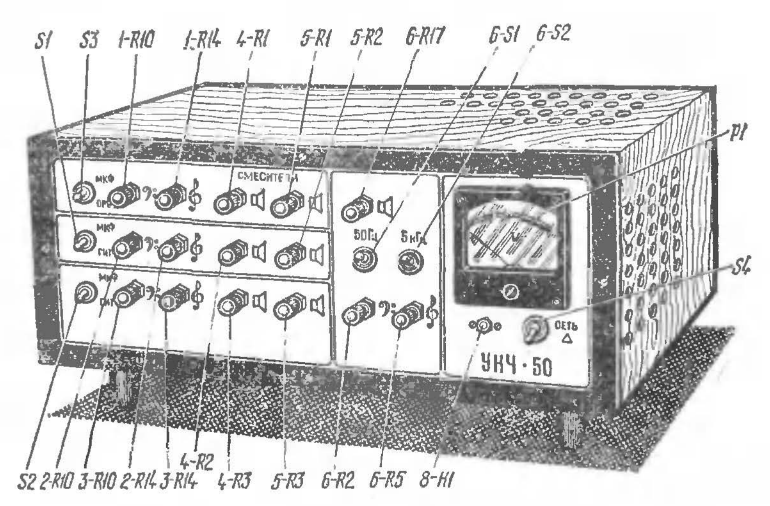


Рис. 5. Лицевая панель корпуса усилителя

составляет 35 В при токе нагрузки до 100 мА. Этот стабилизатор представляет собой эмиттерный повторитель на составном транзисторе *8-V6*, *8-V5*, подключенный к параметрическому стабилизатору, состоящему из резистора *8-R10* и стабилитронов *8-V12—8-V14*. Выходное напряжение этого стабилизатора определяется в основном напряжением стабилизации стабилитронов.

Конструктивно усилитель состоит из трех блоков микрофонных усилителей, двух блоков микшерных усилителей, блока предварительного усилителя, блока усилителя мощности и блока питания. Все блоки размещены на общем основании из фанеры толщиной 10 мм, которое затем укрепляется в корпусе из полированной фанеры. Передняя панель корпуса выполнена из органического стекла, с внутренней стороны которого размещен лист чертежной бумаги с нанесенными на ней надписями и условными символами органов управления (рис. 5). На ней расположены все регуляторы усиления и коррекции частотной характеристики, переключатели входов, выключатель сети, переключатели фильтров, сигнальная лампа включения усилителя в сеть и стрелочный индикатор. На задней стенке корпуса (рис. 6) расположены входные разъемы, разъемы для подключения реверберагора, электрооргана, а также разъемы

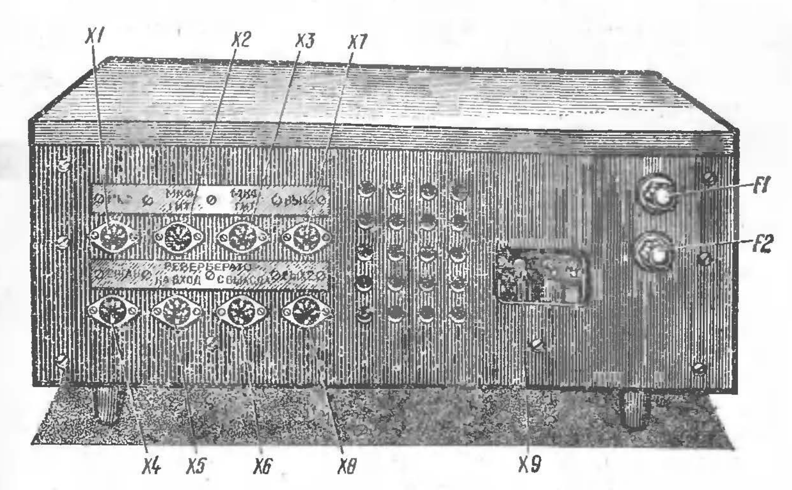


Рис. 6. Задняя стенка корпуса усилителя

для подключения громкоговорителей и сетевого шнура. Здесь же находятся и держатели предохранителей.

Транзистор *8-V7* блока питания и выходные транзисторы усилителя мощности *7-V6*, *7-V7* укреплены на радиаторах с эффективной поверхностью охлаждения 800 см².

Монтаж деталей на платах блоков выполнен одножильным монтажным проводом. Под выводы деталей в каждой плате сверлят отверстия диаметром 1 мм, детали располагают параллельно плоскости платы. Монтаж ведут луженым проводом диаметром 0,33 мм с обратной стороны платы. Конец провода закручивают вокруг вывода детали и опаивают. Если провода пересекаются на плате, на один из них надевают поливинилхлоридную трубку. Смонтированные платы блоков собирают в виде этажерки. Платы соединяют короткими отрезками многожильного монтажного провода.

В усилителе применены постоянные резисторы МЛТ, подстроечные — СП3-1б, переменные резисторы регуляторов усиления — СП3-12 с характеристикой типа В, регуляторов тембра — СП-I с характеристикой типа А, электролитические конденсаторы К50-3 или К50-6 (из них составляют конденсаторы нужной емкости и на но-

минальное напряжение не ниже указанного на схеме), остальные конденсаторы КТ-1, МБМ.

Трансформатор питания *8-T1* намотан на сердечнике Ш20 × 60 с размерами окна 20 × 60 мм. Обмотка *I* содержит 548 витков провода ПЭВ-1 0,64, обмотка *II* — 137 витков ПЭВ-1 1,0, обмотка *III* — 200 витков с отводом от середины провода ПЭВ-1 0,33, обмотка *IV* — один слой провода ПЭВ-1 0,33.

Разъемы *X1* — *X8* — СГ-5 (можно СГ-3), сигнальная лампочка *8-H1* — КМ24-90. Стрелочный индикатор *P1* — типа М4203 с током полного отклонения стрелки 50 мкА.

В качестве *B1* и *B2* можно использовать любые промышленные или самодельные громкоговорители, рассчитанные на соответствующую подводимую мощность.

Для налаживания усилителя понадобятся авометр, звуковой генератор, осциллограф. Перед налаживанием нужно тщательно проверить правильность выполненного монтажа. Затем отключить блок питания от усилителя, включить его в сеть и измерить напряжения на входах стабилизаторов, на конденсаторе *8-C4* оно может достигать 55 В, на конденсаторе *8-C5* — 40 В.

Далее к выходам стабилизаторов подключают эквивалент нагрузки — резистор ПЭВ сопротивлением 20... 30 Ом и соответствующей мощности. Измеряют напряжения на выходах стабилизаторов. В случае отклонения их от указанных на схеме значений подбирают резисторы *8-R1* и *8-R2* в стабилизаторе с напряжением 48 В или стабилитроны *8-V12—8-V14* в стабилизаторе с напряжением 35 В.

После этого к разъемам *X7* и *X8* усилителя подключают эквиваленты нагрузки (их можно составить из резисторов ПЭВ соответствующей мощности), равные активному сопротивлению громкоговорителей. При замкнутом по переменному току входе усилителя мощности (например, подключением параллельно конденсатору *7-C1* конденсатора емкостью 1...2 мкФ) устанавливают подстроечным резистором *7-R1* напряжение на общей точке соединения эмиттера транзистора *7-V6* и коллектора транзистора *7-V7*, оно должно быть равно половине напряжения питания усилителя мощности. Проверяют ток покоя этих транзисторов включением

миллиамперметра в цепь коллектора любого из них, ток не должен превышать 60 мА, иначе придется подобрать диоды *7-V1* и *7-V2*.

Затем проверяют указанные на схемах режимы транзисторов других блоков усилителя. Если они будут отличаться значительно, придется искать ошибку в монтаже или неисправную деталь.

Заключительный этап — проверка прохождения сигнала и измерение выходной мощности усилителя. Для этого ко входу любого микрофонного усилителя подключают генератор НЧ, а к эквиваленту нагрузки — осциллограф. Измерение проводят на частоте 1000 Гц увеличением напряжения генератора до тех пор, пока наблюдаемые на экране осциллографа колебания не начнут ограничиваться. Выходную мощность определяют по формуле $P=U^2/R$, где R — эквивалент нагрузки, Ом, U — выходное напряжение усилителя, В. Если мощность соответствует заданной, можно эксплуатировать усилитель. При этом величину обратной связи устанавливают подстроечным резистором *7-R6* такой, чтобы обеспечивалась требуемая чувствительность усилителя.

Стрелочный индикатор можно отградуировать в единицах мощности или в единицах напряжения. Максимальное отклонение стрелки индикатора устанавливают подстроечным резистором *R6*.

ИЗМЕРЕНИЯ

ПРОБНИК-ИНДИКАТОР ПОЛЯ

А. Малахов

С помощью этого прибора можно прозванивать электрические цепи, проверять полупроводниковые приборы, резисторы и конденсаторы, обнаруживать электрические поля от сравнительно высоковольтных источников напряжения и наэлектризованных предметов, находить трассы прокладки скрытой электропроводки. В приборе используются звуковой и световой индикаторы, что удобно во время работы в слабоосвещенных местах и при сильном шуме.

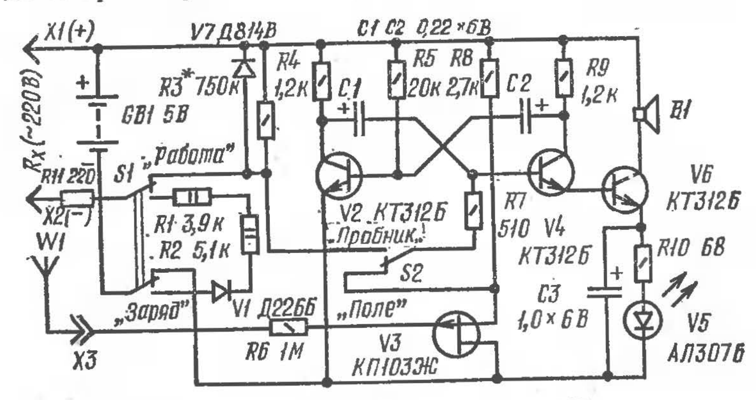
Пробник реагирует на сопротивление электрических цепей (по постоянному току) до 1 МОм, на постоянное и переменное низкочастотное электрическое поле, на-

водимое источниками напряжением более 100 В, расположенными на расстоянии 0,1...0,9 м от антенны пробника. Питается индикатор-пробник от источника напряжением 6 В, потребляемый им ток в режиме «ожидания» не превышает 5 мА, а в режиме индикации — 15 мА. При этом через контролируемую электрическую цепь или проверяемую деталь протекает ток не более 0,2 мА.

Пробник-индикатор, схема которого приведена на рисунке, состоит из мультивибратора, собранного на транзисторах *V2* и *V4*, выходного каскада на транзисторе *V6*, датчика электрического поля на полевом транзисторе *V3* и зарядного устройства (детали *R1*, *R2*, *C1*), служащего для периодической подзарядки источника питания *GB1*.

В режиме «ожидания» (переключатель *S2* в верхнем по схеме положении) резистором *R3* задается небольшой ток базы транзистора *V4* и мультивибратор генерирует импульсы сравнительно низкой частоты — 1...10 Гц (поскольку постоянная времени цепочки *R3*, *R7*, *C1* достаточно велика). Эти импульсы усиливаются транзистором *V6*, в коллекторную цепь которого включена динамическая головка *B1*, а в эмиттерную — светодиод *V5*. Из головки слышатся щелчки, а светодиод вспыхивает с частотой следования импульсов.

При включении гнезд *X1* и *X2* в сетевую розетку для подзаряда батареи следует избегать случайного, даже кратковременного переключения прибора в режим



Принципиальная схема пробника-индикатора поля

«Работа», поскольку это неизбежно приведет к порче (выгоранию) нескольких транзисторов и резисторов. Нежелателен также непосредственный контакт датчика поля *W1* с предметами, находящимися под высоким потенциалом или несущими значительный электрический заряд, так как это может вызвать пробой управляющего *p-n* перехода полевого транзистора *V3*. Для исключения такой возможности антенна-датчик *W1* должна быть хорошо изолирована.

При подключении к щупам *X1* и *X2* проверяемой электрической цепи сопротивлением не более 1 МОм частота импульсов мультивибратора возрастает — чем меньше сопротивление цепи, тем выше частота звука, издаваемого динамической головкой, и тем ярче и длительнее свечение светодиода.

В режиме обнаружения электрического поля (подвижные контакты переключателя *S2* должны находиться в нижнем по схеме положении) постоянная времени цепочки в цепи базы транзистора *V4* изменяется в зависимости от сопротивления канала полевого транзистора *V3*, которое в свою очередь определяется знаком и величиной напряженности обнаруженного электрического поля. Если антенну индикатора (отрезок одножильного или многожильного монтажного провода длиной 10...20 см, соединенный с гнездом *X3*) приблизить к проводке, динамическая головка будет издавать звук высокой тональности, промодулированный частотой 50 Гц. Светодиод при этом будет светиться постоянно.

Пробник питается от четырех аккумуляторов Д-0,1, соединенных последовательно. Для их подзарядки служит выпрямитель на диоде *V1* и ограничительные резисторы *R1*, *R2*. При работе зарядного устройства подвижные контакты переключателя *S1* должны находиться в нижнем по схеме положении, а щупы *X1*, *X2* — вставлены в гнезда сетевой розетки. Если напряжение сети 127 В, резистор *R1* придется замкнуть проволочной перемычкой.

Кроме указанных на схеме биполярных транзисторов можно использовать другие транзисторы серии КТ312, а также транзисторы КТ301 и КТ315 с любым буквенным индексом. Полевой транзистор КП103Ж можно заменить на КП102 или КП103 с любым буквенным индексом, а светодиод АЛ307Б — светодиодом

серии АЛ102 (при этом придется подобрать резистор *R10*, ограничивающий ток через светодиод).

Динамическую головку желательно взять малогабаритную с возможно большим сопротивлением звуковой катушки постоянному току. Вместо нее можно также применить капсюль ДЭМШ-1А или другой, с сопротивлением обмотки постоянному току 40...100 Ом.

ОММЕТР С ЛИНЕЙНОЙ ШКАЛОЙ

Ю. Пахомов

У радиолюбителей, особенно начинающих, большой популярностью пользуются омметры с линейной шкалой, не требующие замены и градуировки шкалы стрелочного индикатора. Сравнительно простая конструкция такого омметра была разработана на операционном усилителе. Омметр позволяет измерять сопротивления от 1 Ом до 1 МОм, что вполне достаточно для многих практических целей.

Принцип действия омметра на операционном усилителе поясняет рис. 1. Измеряемый резистор R_x включен в цепь обратной связи между выходом усилителя и его инвертирующим входом. В этой же цепи стоит и эталонный резистор $R_э$. На неинвертирующий вход подается опорное напряжение от источника *G1*. В таком режиме выходное напряжение операционного усилителя будет зависеть от соотношения сопротивлений R_x и $R_э$ цепи обратной связи. Его и измеряет относительно опорного напряжения вольтметр *PV*, показания которого прямо пропорциональны сопротивлению R_x.

Принципиальная схема омметра приведена на рис. 2. Опорное напряжение +2 В на неинвертирующем входе усилителя создается делителем из резистора *R10* и стабилизатора тока на транзисторе *V1*. Точное значение опорного напряжения подбирают переменным резистором *R12*. Поскольку при измерении малых сопротивлений ток в измерительной цепи, а значит, и выходной ток усилителя может превышать допустимый для ОУ, в омметр введен эмиттерный повторитель на транзисторе *V3*. Чтобы

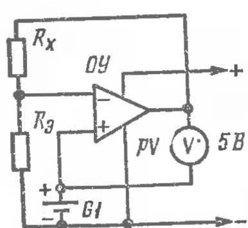


Рис. 1. Функциональная схема омметра с линейной шкалой

защитить стрелочный индикатор от перегрузок при случайном увеличении выходного напряжения усилителя из-за неправильного положения переключателя *S1*, параллельно выводам индикатора подключен диод *V2*.

Вольтметр состоит из миллиамперметра *PA1* и резисторов *R13*, *R14*. В показанном на схеме положении кнопки *S2* вольтметр рассчитан на измерение напряжений до 2 В. При замыкании контактов кнопки резистор *R14* шунтируется и вольтметр измеряет напряжение до 0,2 В.

Эталонные резисторы подключаются к инвертирующему входу ОУ переключателем *S1*. Сопротивление эталонного резистора определяет поддиапазон измерений омметра. Так, при включении резистора *R1* прибором можно измерять сопротивления примерно от 100 кОм до 1 МОм. При следующем положении переключателя предельное измеряемое сопротивление может достигать 300 кОм, а при дальнейших положениях эти значения будут соответствовать 100 кОм, 30 кОм, 10 кОм, 3 кОм, 1 кОм, 300 Ом, 100 Ом. В итоге получается девять поддиапазонов измерения.

Благодаря кнопке *S2* пределы измеряемых сопротивлений можно уменьшить в 10 раз. Пользуются ею только на двух последних поддиапазонах. Таким образом, к имеющимся поддиапазонам добавляются еще два: до 30 Ом и до 10 Ом.

Чтобы более экономно расходовать энергию источ-

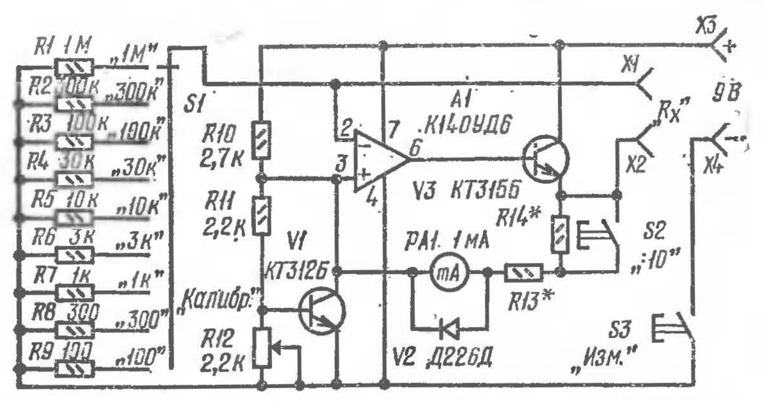


Рис. 2. Принципиальная схема омметра с линейной шкалой

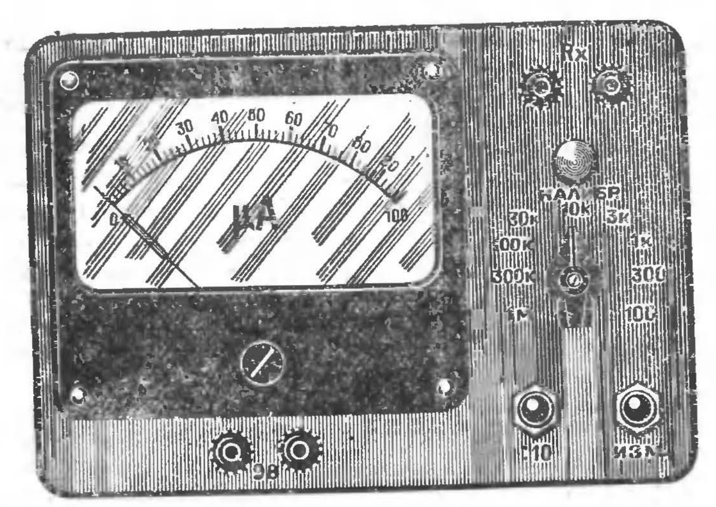


Рис. 3. Размещение деталей на лицевой панели корпуса

ника питания, его подключают к прибору кнопкой *S3* только во время измерения.

Детали омметра размещены в небольшом корпусе. На съемной лицевой панели из гетинакса размерами 190 × 130 мм (рис. 3) укреплены индикатор, переключатель поддиапазонов *S1* и кнопочные выключатели *S2, S3*, резистор калибровки *R12* и зажимы для подключения источника питания и проверяемого резистора (или другой детали, обладающей оммическим сопротивлением).

Эталонные резисторы подпаяны непосредственно к лепесткам переключателя, а операционный усилитель и транзисторы смонтированы на плате из стеклотекстолита (можно гетинакса) размерами 35 × 30 мм, которую можно прикрепить, например, к лицевой панели с внутренней стороны.

Резисторы *R1* — *R9* могут быть МЛТ-0,125, МЛТ-0,25 или другие, подобранные с точностью ±1%,— от этого во многом зависит точность измерений. Переменный резистор *R12* — СП3-4а или другой. Диод *V2* может быть, кроме указанного на схеме, Д226 с любым буквенным индексом или другой с прямым напряжением 0,3...0,6 В. Транзисторы любые из серий КТ312, КТ315. Стрелочный индикатор может быть с током полного отклонения стрелки 1 мА и внутренним сопротивлением 82 Ом. Тогда резистор *R13* должен иметь сопротивление 118 Ом, а *R14* — 1,8 кОм. Подойдет и микроамперметр М24 с током полного отклонения стрелки 100 мкА и внутренним сопротивлением 783 Ом (такой индикатор показан на рис. 3), он удобен тем, что имеет шкалу на 100 делений, облегчающую отсчет измеряемых сопротивлений. Но в этом случае необходимо зашунтировать индикатор резистором сопротивлением около 92 Ом, чтобы стрелка индикатора отклонялась на конечное деление при токе 1 мА. Сопротивления резисторов *R13, R14* для такого варианта остаются неизменными. В случае же использования индикатора с другим внутренним сопротивлением придется пересчитать сопротивление резисторов так, чтобы с резистором *R14* стрелка индикатора отклонялась на конечное деление шкалы при напряжении 0,2 В, а с последовательно соединенными резисторами *R13, R14* — при напряжении 2 В.

Налаживание прибора начинают с проверки правильности монтажа. Затем подключают к зажимам питания источник напряжением 9 В, например две последовательно соединенные батареи 3336Л. К зажимам «*Rx*» подключают выводы точно измеренного резистора, например, сопротивлением 100 кОм. Движок переменного резистора *R12* устанавливают в среднее положение, а ручку переключателя *S1* — в положение «*300 к*». Только после этого нажимают кнопку *S3*. Стрелка индикатора должна отклониться примерно на треть шкалы. Добиваются этого переменным резистором *R12* «*Калибр*». Затем переключателем устанавливают поддиапазон «*100 к*» и переменным резистором добиваются точного отклонения стрелки индикатора на конечное деление шкалы. Проверяют калибровку на других поддиапазонах, подключая к зажимам «*Rx*» резисторы сопротивлением 30 кОм, 10 кОм, 3 кОм и так далее. При значительных расхождениях в показаниях индикатора и сопротивлении измеряемого резистора следует подобрать точнее соответствующий эталонный резистор.

Чтобы избегать зашкаливания стрелки индикатора при работе с омметром, нужно всегда начинать изме-

рения в положении переключателя «*1 М*», а затем, по мере отклонения стрелки индикатора, постепенно переходить на другие поддиапазоны.

МИНИАТЮРНЫЙ ЦИФРОВОЙ ВОЛЬТМЕТР

Б. Хайкич

При налаживании радиоэлектронной аппаратуры измерительные приборы приходится располагать, как правило, в стороне от конструкции, что неудобно для отсчета показаний. Особенно это неудобство сказывается при настройке транзисторной аппаратуры и конструкций на интегральных микросхемах, отличающихся более плотным монтажом.

Вот почему при разработке предлагаемого прибора ставилась задача создать простой малогабаритный

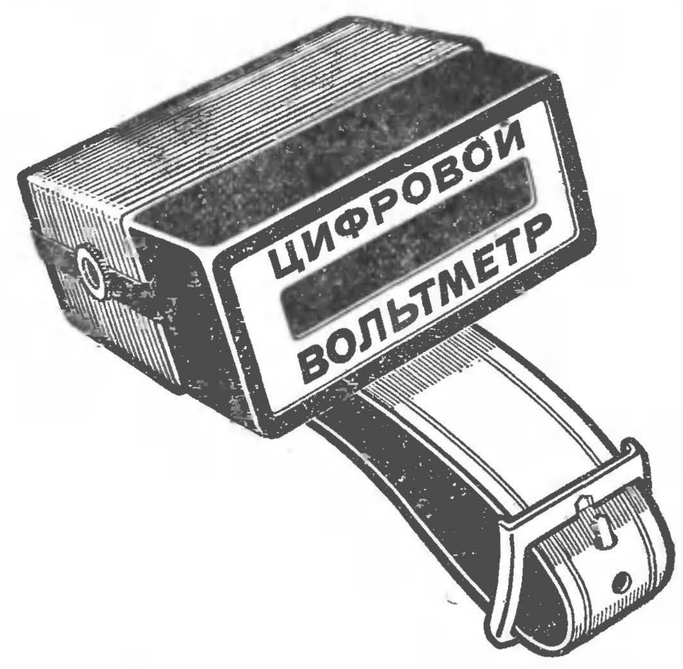


Рис. 1. Внешний вид цифрового вольтметра.

вольтметр с цифровым отсчетом, максимально удобный в работе и обладающий точностью измерений не хуже точности стрелочного авометра. В итоге был сконструирован прибор (рис. 1), который может быть закреплен на кисти руки, причем индикаторная часть прибора при любом положении руки находится под углом наилучшего зрения, а ремешок служит своеобразной подставкой, когда вольтметр лежит на монтажном столе или лабораторном стенде.

Другой особенностью прибора является его схемное решение — он непосредственно измеряет напряжение, не преобразуя его предварительно в частоту или временной интервал, как это делается во многих подобных конструкциях. Поэтому в вольтметре отсутствуют элементы или узлы, к стабильности которых предъявлялись бы особые требования.

Вольтметр собран всего на шести интегральных микросхемах и доступен для повторения радиолюбителям средней квалификации. Им можно измерять постоянные напряжения от 0,1 до 99 В на двух поддиапазонах: 0,1 ... 9,9 В и 1 ... 99 В. Входное сопротивление на первом поддиапазоне составляет 0,5 МОм, на втором — 5 МОм. Погрешность измерений не хуже 1,5%. Вольтметр рассчитан на питание от источника напряжением 5 В и потребляет мощность не более 1 Вт. Габариты вольтметра 55×58×28 мм, масса 40 г.

Функциональная схема вольтметра приведена на рис. 2. Он состоит из управляемого мультивибратора *1*, двоичного счетчика *2*, дешифратора *3*, индикатора *4*, резисторной матрицы *5*, компаратора *6* и формирователя *7*.

Измеряемое напряжение подается на вход компаратора, где сравнивается со ступенчато возрастающим напряжением, получаемым с помощью резисторной матрицы. В момент равенства этих напряжений на выходе компаратора появляется сигнал положительной полярности, поступающий на вход формирователя. Он вырабатывает импульс определенной длительности, который управляет работой мультивибратора и дешифратора. При этом мультивибратор выключается и счетчик останавливается на время, равное длительности импульса формирователя. Одновременно этот импульс подается на дешифратор и на индикаторе высвечивается значение измеряемого напряжения.

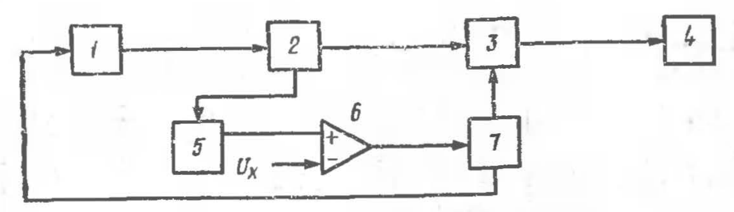


Рис. 2. Функциональная схема цифрового вольтметра

По окончании действия импульса мультивибратор вновь начинает генерировать тактовые импульсы, а счетчик совместно с резисторной матрицей продолжает вырабатывать ступенчато возрастающее напряжение. При поступлении сотого импульса от мультивибратора на вход счетчика происходит сброс счетчика на нуль, и процесс измерения повторяется. Иначе говоря, вольтметр автоматически многократно повторяет процесс измерения с динамической индикацией результата.

Познакомимся с работой прибора по его принципиальной схеме, приведенной на рис. 3. Управляемый мультивибратор выполнен на инверторах *D5.3* и *D5.4*. Вырабатываемые им импульсы поступают на вход счетчика *D1*, а с него — на счетчик *D2*. К выходам *1, 2, 4, 8* (соответственно выводы *12, 9, 8, 11* микросхем) счетчиков подключена резисторная матрица на «весовых» резисторах (*R1 — R4, R6 — R9*). Отношение сопротивлений резисторов выбрано равным 1 : 2 : 4 : 8 : 10 : 20 : 40 : 80. Благодаря этому на выходе резисторной матрицы (общая точка всех резисторов) формируется ступенчато возрастающее напряжение. Оно поступает на один из входов операционного усилителя *A1*, работающего как компаратор. На второй вход усилителя подается через резистор *R5* и разъем *X1* измеряемое напряжение. В момент равенства напряжений на выходе компаратора появляется напряжение положительной полярности, почти равное напряжению источника питания. Это напряжение через конденсатор *C2* подается на вход формирователя, собранного на элементах *D5.1, D5.2*. На выходе формирователя устанавливается уровень логической единицы, который приводит к срыву колебаний мультивибратора на элементах *D5.3* и *D5.4*. Счетчик останавливается. Одновременно с выхода формирователя на дешифраторы *D3* и *D4* поступает им-

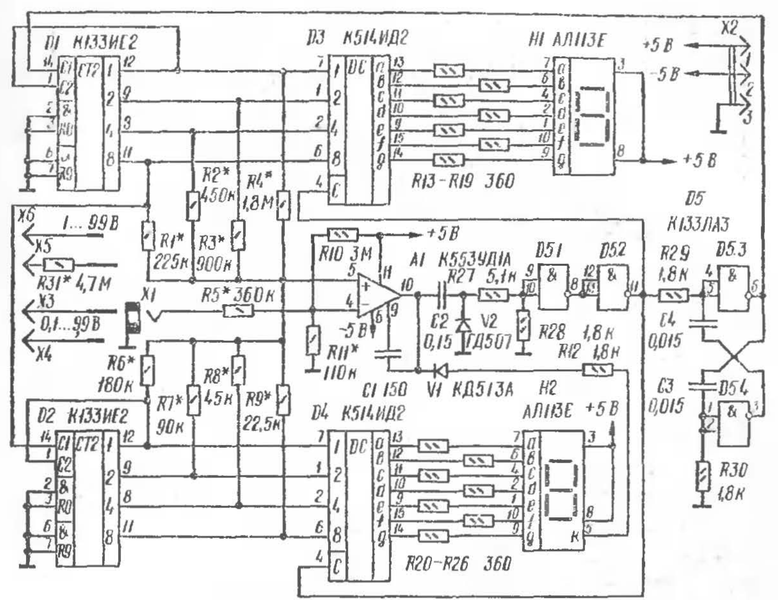
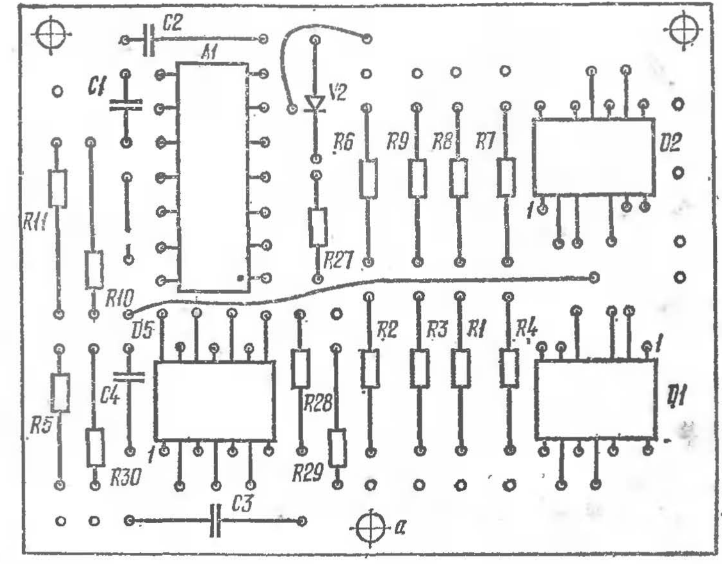


Рис. 3. Принципиальная схема цифрового вольтметра

пульс «подсветки», разрешающий индикацию результата, и на индикаторах *H1, H2* высвечиваются показания вольтметра.

Конденсатор *C2* заряжается через резисторы *R27, R28*, поддерживая током заряда уровень логической единицы на входе формирователя. По мере заряда конденсатора падение напряжения на резисторе *R28* уменьшается и, когда оно становится меньше порога срабатывания логического элемента *D5.1*, на выходе формирователя появляется сигнал логического нуля. Дешифраторы *D3* и *D4* закрываются, индикаторы гаснут, мультивибратор вновь начинает вырабатывать импульсы, поступающие на вход счетчика. Тот, в свою очередь, считает до переполнения, затем сбрасывается на нуль. В этот момент на выходе резисторной матрицы появляется нулевой потенциал, который переводит компаратор *A1* в исходное состояние (на выходе компаратора отрицательное напряжение). Конденсатор *C2* быстро перезаряжается через малое выходное сопротивление компаратора и диод *V2*. Одновременно по це-



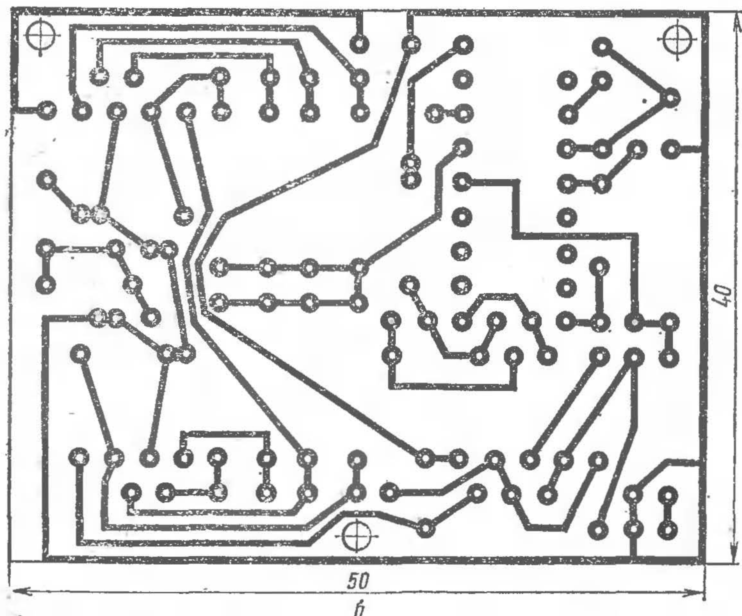
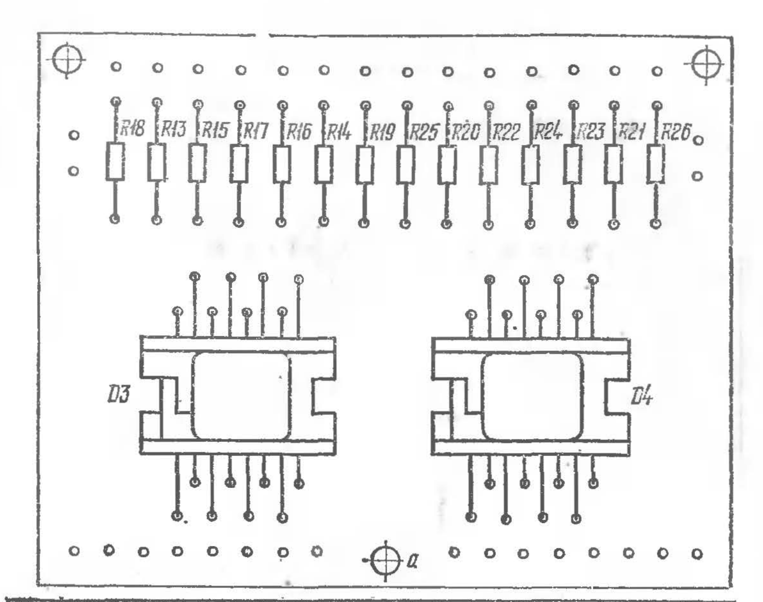


Рис. 4. Печатная плата аналого-цифрового преобразователя: *а* — расположение элементов; *б* — печатный монтаж.



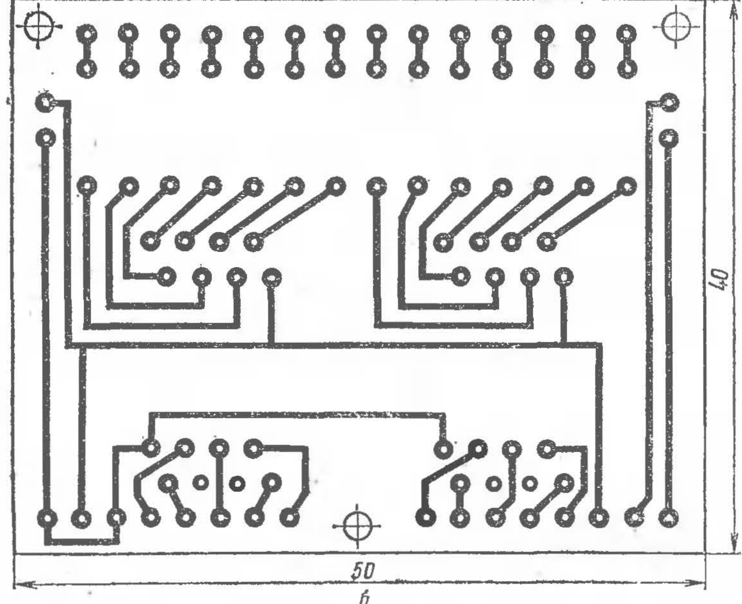


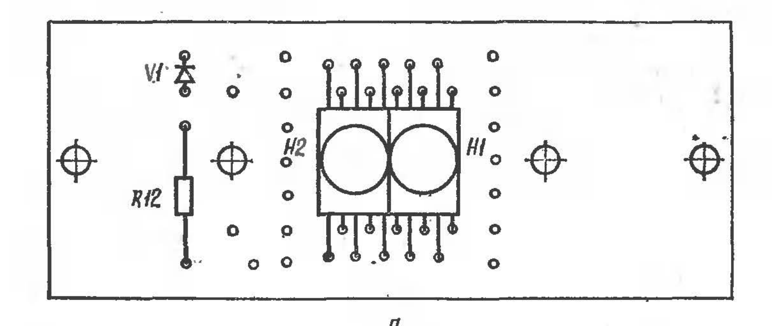
Рис. 5. Печатная плата дешифратора: *а* — расположение элементов; *б* — печатный монтаж

пи *V1R12* подается сигнал на индикатор *H2*, и на нем загорается запятая. Процесс измерения повторяется.

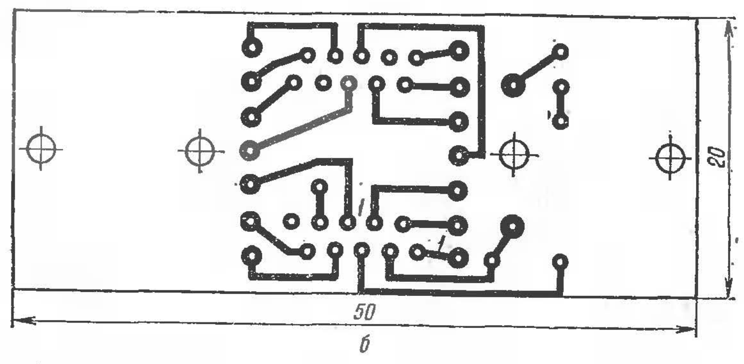
Благодаря такому схемному решению прибора температурная стабильность его определяется лишь компаратором и резисторами матрицы. Нестабильность работы формирователя и мультивибратора не сказывается на точности измерений. Длительность импульса «подсветки», вырабатываемого формирователем, определяет лишь продолжительность включения индикатора.

Для компенсации уровня логического нуля ($\approx$0,4 В) на «сигнальный» вход компаратора подается постоянное напряжение смещения с делителя *R10R11*.

Если на вход вольтметра будет подано напряжение выше максимального (для выбранного предела), компаратор останется в исходном положении и на индикаторе загорится только запятая (сегменты останутся погашенными).



а



б

Рис. 6. Печатная плата индикаторов:
а — расположение элементов; *б* — печатный монтаж

В приборе использованы конденсаторы типа КМ, резисторы МЛТ-0,125 и МЛТ-0,25. Резисторы матрицы (*R1 — R4, R6 — R9*) и входного делителя (*R5, R11, R31*) изготовлены из резисторов МЛТ-0,25 с меньшим по сравнению с указанным на схеме сопротивлением (нужный номинал получают стачиванием графитового слоя, об этом будет сказано ниже).

Микросхемы серии К133 можно заменить аналогичными микросхемами серий К130, К131, К136. Подойдут и микросхемы серий К134, К155, но в этом случае придется переработать печатную плату.

Вместо индикаторов АЛ113Е можно применить любые семисегментные светодиодные индикаторы. Необходимо лишь учесть, что при использовании индикаторов с общим катодом дешифраторы К514ИД2 нужно заменить на К514ИД1 и тогда отпадет надобность в резисторах *R13 — R26*.

В качестве входного разъема использовано телефонное гнездо. Разъем *X2* для подключения питания изготовлен из малогабаритного разъема типа МРН (деталь *6* на рис. 7). Можно использовать любой другой малогабаритный разъем с тремя контактами, например от микрокалькулятора.

Под указанные детали разработаны три печатные платы вольтметра. Все они изготовлены из одностороннего фольгированного стеклотекстолита. На одной из плат смонтированы детали аналого-цифрового преобразователя (рис. 4, *а, б*), на другой — детали дешифратора (рис. 5, *а, б*), на третьей (рис. 6, *а, б*) — индикаторы. Соединения между платами выполнены тонким многожильным монтажным проводом МГТФ. Платы скреплены между собой в единый блок с помощью стоек. Такая конструкция прибора обеспечивает доступ к любой точке монтажа. Блок помещен в корпус (рис. 7) и прикреплен к его задней стенке винтом М2,5. Корпус может быть изготовлен из органического стекла, полистирола или фольгированного стеклотекстолита.

Под корпус подойдет и готовая коробочка соответствующих размеров. В описываемой конструкции была использована коробочка для хранения слайдов с неко-

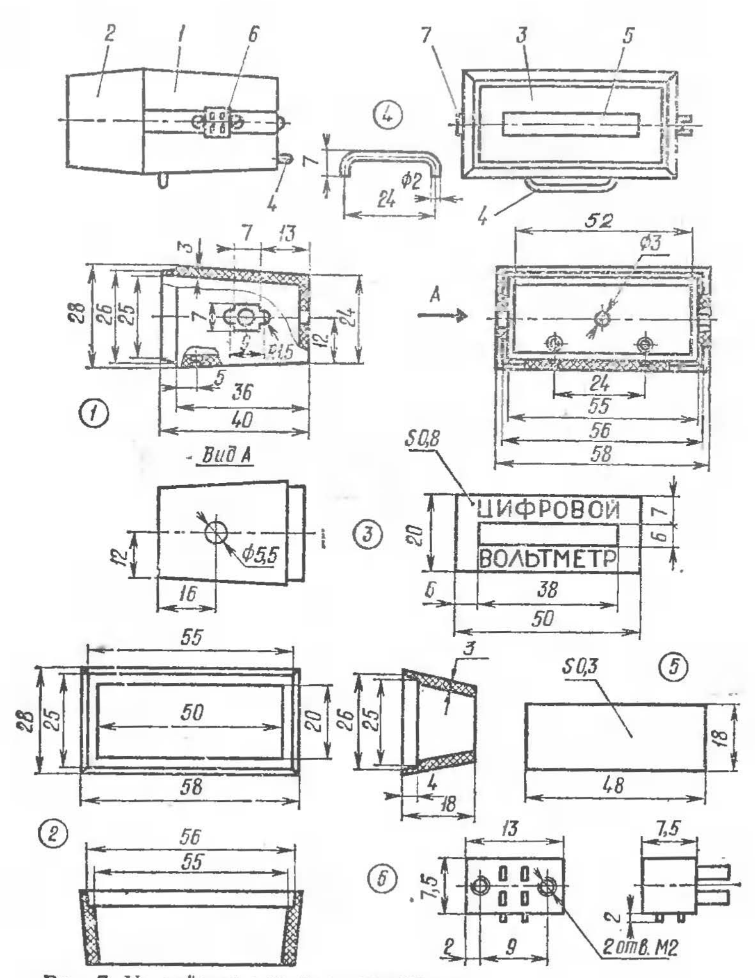


Рис. 7. Устройство корпуса вольтметра:
1 — корпус; 2 — крышка корпуса; 3 — передняя панель; 4 — скоба крепления ремешка; 5 — светофильтр; 6 — разъем питания

торой доработкой. Она заключалась в том, что в крышке было выпилено отверстие под лицевую панель, а по бокам корпуса сделаны отверстия для входного разъема и разъема питания. В нижней части корпуса и на задней стенке просверлены отверстия для скоб крепления ремешка.

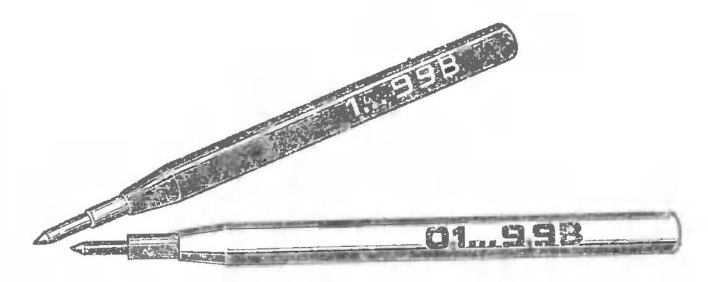


Рис. 8. Выносные щупы вольтметра.

Лицевая панель выполнена из листового алюминия толщиной 0,8 мм. С тыльной стороны панели приклеен светофильтр из пленки красного цвета. Надписи выполнены с помощью переводного шрифта. Лицевая панель на клею посажена в крышку на расстоянии 1...2 мм от переднего торца крышки. Крышка окрашена черной нитроэмалью.

К вольтметру изготавливают два сменных щупа (рис. 8) для поддиапазонов 0,1...9,9 В и 1...99 В. В щуп второго поддиапазона встроен резистор *R31*, образующий совместно с резисторами *R5, R11* вольтметра входной делитель напряжения. Кроме того, нужно изготовить переходник с двумя многожильными проводниками. Одни концы проводников подпаивают к ответной части входного разъема, другие — к однополюсным вилкам. Вилку, соединенную с общим проводом вольтметра, окрашивают в черный цвет или помечают другим способом — она при работе с вольтметром будет соединяться с помощью зажима «крокодил» с общим проводом проверяемой конструкции. Вторая вилка будет вставляться в гнездо того или иного щупа.

Питать вольтметр можно от любого двуполярного (+5 В, —5 В) источника, обеспечивающего ток нагрузки по цепи +5 В не менее 200 мА и по цепи —5 В не менее 5 мА. Автором был применен доработанный блок питания БП2-3 от микрокалькулятора (рис. 9).

Для налаживания вольтметра понадобятся осциллограф, омметр и вольтметр постоянного тока с пределами измерений 10 и 100 В. Класс точности вольтметра должен быть не хуже 0,5. В крайнем случае можно воспользоваться обычным авометром, но точность настройки при этом будет несколько хуже.

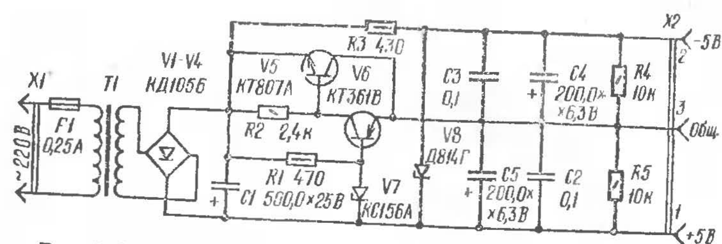


Рис. 9. Принципиальная схема блока питания

Налаживание начинают с того, что резисторы матрицы и входного делителя заменяют цепочками из последовательно соединенных постоянного и подстроечного резисторов. Примерные значения сопротивлений резисторов указаны в табл. 1. Но перед тем как впаять их в прибор, следует установить с помощью омметра для каждой цепочки указанное в таблице суммарное сопротивление.

Затем, включив питание вольтметра, устанавливают его нуль. Для этого щуп первого поддиапазона (0,1... 9,9 В) соединяют с вилкой общего провода (иначе говоря, закорачивают вход вольтметра) и подстроечным резистором *R11* устанавливают нулевые показания вольтметра. При этом вначале увеличением сопротивления резистора *R11* добиваются появления на индикаторах вольтметра каких-нибудь показаний, а затем постепенно уменьшают сопротивление этого резистора до появления на индикаторах двух нулей (или до момента гашения индикаторов).

После этого приступают к настройке резисторной матрицы. От точности подбора ее резисторов (особенно *R6—R9*) во многом зависит точность вольтметра. Вначале резисторы *R6—R9* отключают от общей точки и подключают к выводу *5* операционного усилителя осциллограф (вход вольтметра по-прежнему остается закороченным). На экране осциллографа должно появиться изображение ступенчато возрастающего напряжения из девяти ступенек (рис. 10). Плавно изменяя сопротивление резисторов *R1—R4* подстроечными резисторами временно впаянных цепочек, добиваются одинаковой амплитуды всех ступенек. Работу облегчит табл. 2, в которой приведены данные о резисторах, участвующих в формировании той или иной ступеньки. Цифрой 1 в ней отмечены резисторы, на которые подается сигнал логической единицы при формировании той или иной ступеньки.

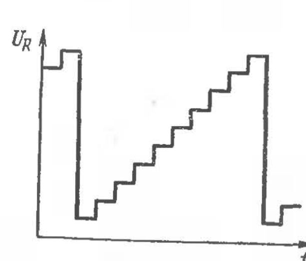


Рис. 10. Ступенчато-возрастающее напряжение

Таблица 1

Резистор	Суммарное сопротивление, кОм	Сопротивление заменяющих резисторов, кОм	
		постоянного	подстроечного
R4	1800	1600	470
R3	900	820	150
R2	450	430	47
R1	225	200	47
R6	180	160	47
R7	90	82	15
R8	45	43	4,7
R9	22,5	20	4,7
R5	360	330	47
R11	110	100	15

Таблица 2

Номер ступеньки	Резистор			
	R1	*R2*	*R3*	*R4*
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

Если, например, на экране осциллографа будет видно, что амплитуда первой, третьей, пятой, седьмой и девятой ступенек увеличена, необходимо изменить (увеличить) сопротивление резистора *R4*, участвующего в их формировании. Если же, к примеру, уменьшена амплитуда восьмой и девятой ступенек, следует уменьшить сопротивление резистора *R1* и т. д.

После подбора резисторов *R1 — R4* подключают к общей точке матрицы резисторы *R6 — R9*. При этом на экране осциллографа появится изображение ступенчато возрастающего напряжения из 99 ступенек. Методика подбора резисторов в этом случае аналогична предыдущей, но руководствоваться нужно табл. 3.

Таблица 3

Номер ступеньки	Резистор			
	R9	*R8*	*R7*	*R6*
0	0	0	0	0
10	0	0	0	1
20	0	0	1	0
30	0	0	1	1
40	0	1	0	0
50	0	1	0	1
60	0	1	1	0
70	0	1	1	1
80	1	0	0	0
90	1	0	0	1

Остается отключить временно установленные цепочки, возможно точнее измерить получившиеся сопротивления, подобрать постоянные резисторы с такими сопротивлениями и впаять их в плату. Если сразу подобрать какой-то резистор не удастся, можно взять резистор с меньшим сопротивлением и, осторожно счищая его графитовый слой мелкозернистой наждачной бумагой, довести сопротивление до требуемого значения, а затем покрыть резистор сверху лаком.

Следующий этап — установка чувствительности вольтметра на первом поддиапазоне. На вход вольтметра подают поочередно напряжение 9,9 и 10 В. Подбором резистора *R5* добиваются, чтобы при входном напряжении 9,9 В на индикаторах вольтметра светились цифры 9, а при напряжении 10 В они гасли и оставалась светящаяся запятая, свидетельствующая о наличии на входе вольтметра напряжения выше максимального для данного поддиапазона.

После подбора резистора *R5* придется, возможно, вновь подобрать резистор *R11*. Эту операцию иногда приходится повторять 2—3 раза.

Для настройки чувствительности вольтметра на втором поддиапазоне на вход вольтметра подают через цепочку из последовательно соединенных постоянного резистора сопротивлением 4,3 МОм и подстроечного на 1 МОм напряжения 99 и 100 В. Подстроечным резистором добиваются, чтобы при входном напряжении 99 В на обоих индикаторах светилась цифра 9, а при напряжении 100 В индикаторы гасли и, как и в предыдущем случае, высвечивалась лишь запятая. На этом настройку вольтметра можно закончить, впаять в щуп диапазона 1...99 В постоянный резистор с полученным сопротивлением и пользоваться вольтметром.

ЛЮБИТЕЛЬСКИЙ ЭХОЛОТ «ПОИСК»

А. Владимиров, Л. Корлякова

Для измерения глубин на реках и озерах при рыбной ловле и во время различных экспедиций, в туристских походах нередко требуется портативный эхолот. Такой прибор — эхолот «Поиск» — был разработан в Новосибирском электротехническом институте и неоднократно проверялся спортсменами-подводниками во время соревнований по спортивному ориентированию.

От известных промышленных образцов «Поиск» отличается широким применением интегральных микросхем, малыми габаритами, массой, высокой надежностью, а также сравнительно небольшим потреблением электроэнергии. Интервал измеряемых прибором глубин равен 0,3 ... 10 м, основная приведенная погрешность измерения не превышает 1,5%. Габариты электронного блока с встроенным источником питания 100×150 мм, масса прибора 0,5 кг. Напряжение источника питания может быть 9 ... 12 В, потребляемый ток составляет 20 ... 30 мА.

В основу работы эхолота положен импульсный метод измерения расстояний. Функциональная схема прибора приведена на рис. 1. Основным элементом, определяющим временной режим работы эхолота, является задающий генератор *2*, вырабатывающий посылочные импульсы длительностью 3 мкс с частотой следования 75 Гц, что соответствует максимальному измеряемому расстоянию 10 м при скорости распространения ультразвука в воде 1500 м/с. Задающий генератор запускает возбудитель *1* и ждущий мультивибратор *3*. Радиоимпульсы возбудителя поступают на акустический излучатель *В* (пьезовибратор), который посылает ультразвуковые импульсы в направлении дна водохранилища и принимает отраженные сигналы, они поступают затем на усилитель высокой частоты *4*.

Одновременно с излучением ультразвукового сигнала срабатывает триггер *6*, на вход которого поступает импульс от ждущего мультивибратора *3*. Триггер выдает уровень высокого потенциала на фильтр нижних частот *7*, а с приходом отраженного от дна импульса, усиленного в приемном канале и продетектированного детектором *5*, возвращается в исходное состояние с нулевым уровнем напряжения на выходе. К фильтру подключен стрелочный индикатор *Р*, измеряющий среднее значение тока, которое, в свою очередь, пропорционально измеряемому расстоянию.

Поскольку при излучении и приеме используется один вибратор, не исключена возможность прохождения на выход приемника зондирующего импульса, даже несмотря на принятые меры по его подавлению. Чтобы исключить влияние этой помехи на работу триггера, длительность импульса ждущего мультивибратора выбрана на 50...100 мкс больше длительности зондирующего импульса. Иначе говоря, триггер принудительно поддерживается в состоянии с высоким потенциалом на

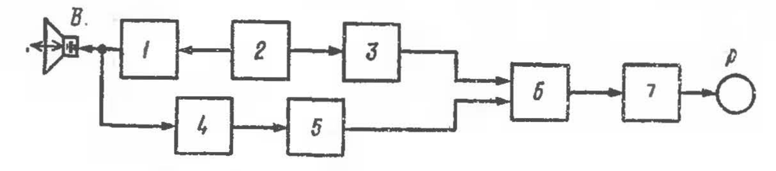


Рис. 1. Функциональная схема эхолота:

Рис. 2. Принципиальная схема эхолота

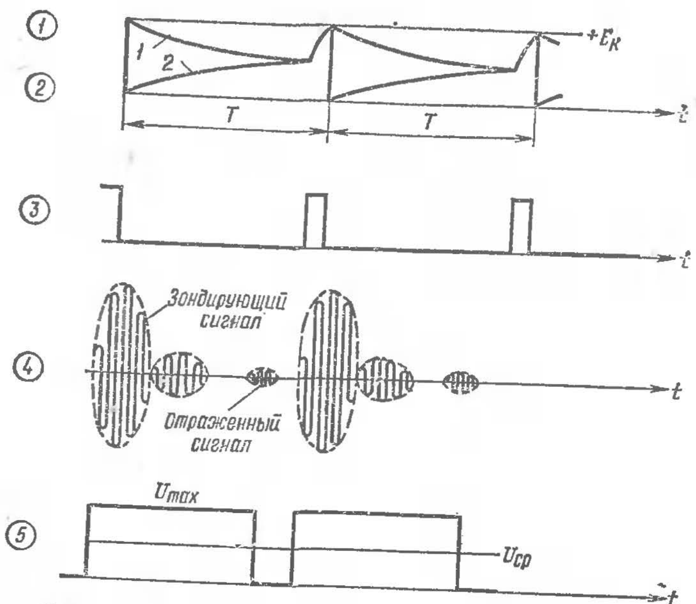


Рис. 3. Эпюры напряжений в различных точках эхолота

его выходе в течение всего периода действия зондирующего импульса. Длительность импульса ждущего мультивибратора определяет минимально измеряемую глубину (или «мертвую зону») и составляет 400...500 мкс.

Принципиальная схема эхолота и временные диаграммы напряжений в отдельных точках устройства приведены на рис. 2 и 3. Задающий генератор выполнен на транзисторе *V5* по схеме блокинг-генератора. В исходном состоянии транзистор находится на границе режима усиления и режима отсечки. Начальное смещение на базе транзистора определяется резистором *R10* и диодом *V7*, включенным в прямом направлении и обеспечивающим температурную стабилизацию режима. Потенциал коллектора при этом практически равен напряжению источника питания. Конденсаторы *C4* и *C5*, включенные в диагонали моста из элементов *C4, C5, R7 — R9*, заряжаются независимо друг от друга (диод *V4* закрыт). По мере заряда конденсаторов, а значит, изменения потенциалов на электродах диода (точки *1* и *2*) наступает момент, когда диод *V4* открывается.

Увеличивается положительная обратная связь между коллекторной и базовой цепями транзистора (через конденсаторы *C4, C5*, открытый диод *V4* и импульсный трансформатор *T2*). Транзистор открывается и переходит в режим насыщения. Конденсаторы *C4, C5* разряжаются через транзистор — в этот момент и формируется импульс блокинг-генератора. Период повторения импульсов можно регулировать изменением сопротивления резистора *R8* от 10 до 15 кОм. Нестабильность частоты повторения задающего генератора не превышает 1%. Емкостью последовательно включенных (на этапе разряда) конденсаторов *C4* и *C5* и индуктивностью первичной обмотки импульсного трансформатора определяется длительность импульсов генератора, которая составляет в данном случае примерно 3 мкс.

Импульсы отрицательной полярности, снимаемые с обмотки *III* трансформатора, запускают ждущий мультивибратор на микросхеме *A1* и возбудитель на транзисторе *V1*. Возбудитель выполнен по схеме автогенератора с трансформаторной обратной связью и работает в жестком режиме возбуждения с прерывистой генерацией. Жесткий режим возбуждения обеспечивается нулевым начальным смещением на базе транзистора *V1*. При поступлении запускающего импульса на базу транзистора автогенератору сообщается запас энергии, и он возбуждается. По мере увеличения амплитуды автоколебаний генератора заряжается конденсатор *C2* (базовым током транзистора) и положительное смещение на базе растет. Через 5—6 периодов колебаний автогенератора оно становится таким, что условия возбуждения автогенератора перестают выполняться и колебания срываются. Формируемые в автогенераторе радиоимпульсы примерно колоколообразной формы и длительностью около 30 мкс подаются со вторичной обмотки трансформатора *T1* через разъем *X1* на акустический излучатель *B1* и возбуждают его (точка *4* на схеме).

Частота заполнения импульсов возбудителя соответствует резонансной частоте акустического излучателя (150 кГц), а напряжение на излучателе составляет 120 ...150 В.

В момент излучения зондирующего импульса на вывод *12* триггера на микросхеме *A2* поступает с мультивибратора прямоугольный импульс отрицательной по-

лярности. Триггер переключается и остается в этом состоянии до момента появления на выходе приемника отраженного импульса, который поступает на выводы *8, 9, 14* триггера и возвращает триггер в прежнее состояние. В итоге на выходе микросхемы *A2* (точка *5*) появляются прямоугольные импульсы. Из последовательности импульсов с помощью низкочастотного *RC* фильтра *R11C9* выделяется постоянная составляющая напряжения, измеряемая стрелочным индикатором *PA1*, шкала которого может быть проградуирована в метрах глубины.

Приемник эхолота выполнен по схеме прямого усиления на микросхемах *A3, A4* серии *К228* (возможно также применение микросхем других серий с коэффициентом усиления не менее 300). Для защиты входа приемника от мощного импульса возбудителя используется двусторонний ограничитель на диодах *V10, V11.*

Для частичного подавления зондирующего импульса на выходе приемника используется временная автоматическая регулировка усиления (ВАРУ). Снимаемое с части вторичной обмотки трансформатора возбудителя напряжение заряжает через диод *V12* конденсатор *C14,* смещая рабочую точку каскада на микросхеме *A4* в область закрывания. По мере разряда конденсатора *C14* через резисторы *R21, R23* напряжение смещения уменьшается по экспоненциальному закону и коэффициент усиления приемника восстанавливается до номинального значения. Подстроечным резистором *R23* регулируют постоянную времени разряда конденсатора *C14.*

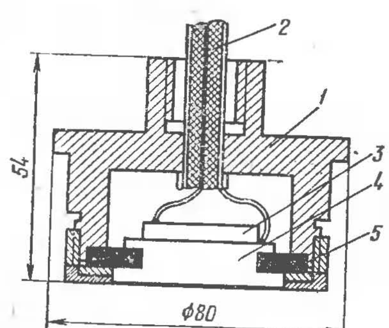


Рис. 4. Конструкция акустического излучателя

На микросхеме *A5* выполнен детектор и усилитель видеоимпульсов. Коэффициент усиления приемника до детектора составляет 300...400 и может быть изменен подстроечным резистором *R19.*

Приемник, возбудитель и задающий генератор питаются напряжением 9 В, а для питания мультивибратора и отсчетного триггера используется напряжение 6,3 В, получаемое с помощью стабилизатора на транзисторе *V14* и стабилитроне *V15.*

К о н с т р у к ц и я и д е т а л и. Акустический излучатель (рис. 4) состоит из корпуса *1*, кабеля *2* (РК-75), пьезокерамической пластины *3* (из пьезокерамики ЦТС-19), алюминиевой мембраны *4* (из материала Д16-Т) и резиновой шайбы *5.* Для защиты от коррозии корпус вибратора лучше всего изготовить из латуни и покрыть мембрану тонким слоем водостойкого лака или краски.

Пьезокерамическая пластина и мембрана образуют единую колебательную систему типа полуволнового вибратора. При резонансной частоте вибратора 150 кГц мембрана должна быть толщиной 7,2 мм, а пьезокерамическая пластина — 5,5 мм.

Пластину *3* и мембрану *4* склеивают эпоксидным клеем на основе эпоксидной смолы ЭД-5 или ЭД-6. Тонкий (0,1...0,15 мм) равномерный слой клея наносят на мембрану, предварительно нагретую до температуры 35...40° С, после чего на мембрану накладывают пластину, а сверху кладут груз, обеспечивающий давление примерно 1 кг/см². Чтобы исключить образование воздушных пузырьков между слоем клея и пьезоэлементом, допускается легкая притирка пьезокерамики. Длительность сушки при комнатной температуре должна быть не менее 24 часов.

Электронная часть прибора, кроме переключателей и стрелочного индикатора, смонтирована на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм и размерами 100 × 150 мм (рис. 5). Монтаж односторонний. С помощью разъема *X2* к плате подключают индикатор, переключатели и источник питания, расположенные в корпусе подходящих размеров.

Подстроечные резисторы *R13, R14, R19, R23* — СПО-0,15; резисторы *R1* — МЛТ-0,5, *R2* — *R5, R30* — МЛТ-0,25 с допуском ±5%, остальные резисторы — МЛТ-0,125. Конденсаторы *C2* — *C6, C8, C11* — *C19* — КМ; *C1, C7, C9, C10, C20, C21* — К50-6.

Трансформатор *T1* намотан на каркасе катушки тракта ПЧ телевизионного приемника с подстроечником из феррита. Обмотка *I* содержит 15 витков провода

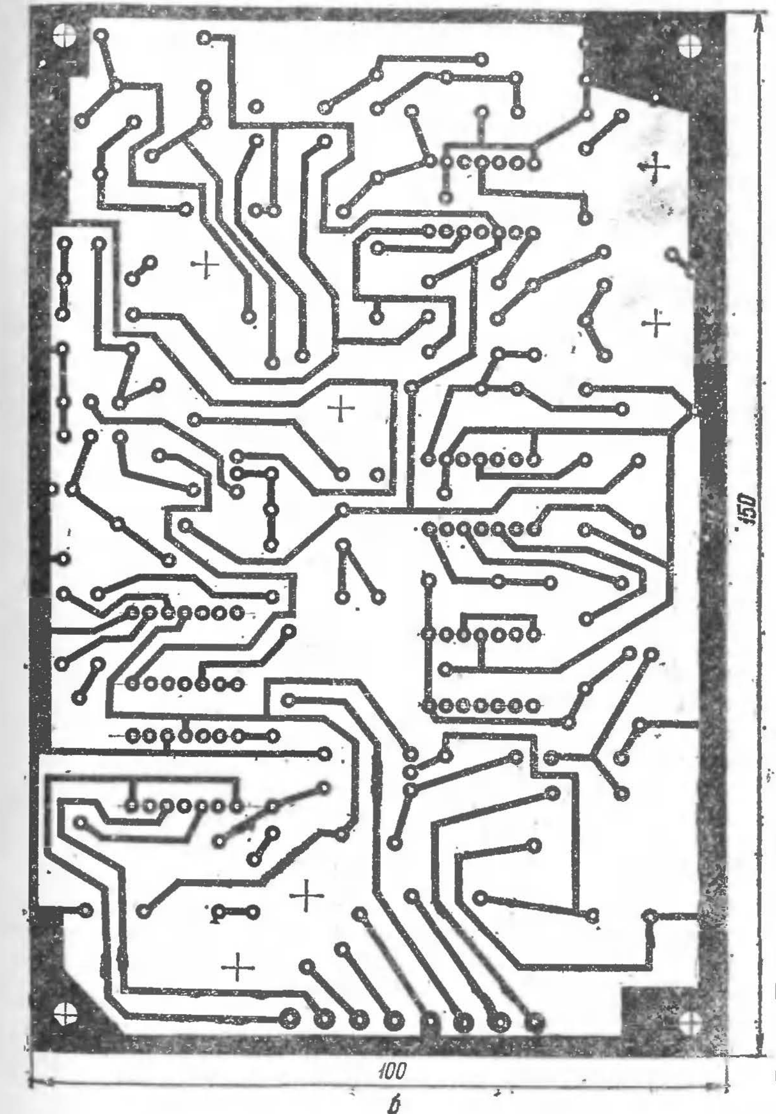


Рис. 5. Печатная плата:
а — расположение элементов; *б* — печатный монтаж

ПЭВТЛ-0,15, обмотка *II* — 180 витков такого же провода с отводом от 60-го витка, считая от нижнего по схеме вывода. Импульсный трансформатор *T2* намотан на кольце типоразмера К17, 5 × 8, 2 × 5 из феррита 2000 НМ. Обмотка *I* содержит 11 витков, *II* — 23 витка, *III* — 35 витков провода ПЭВ-1 0,15. Переключатели *S1* и *S2* — микротумблеры МТ3, кнопка *S3* — КМ-2-1. Стрелочный индикатор может быть любого типа с током полного отклонения стрелки 100 мкА и сопротивлением рамки 800...900 Ом. Разъем *X1* вибратора — СР-75-166, разъем *X2* — любого типа на 8—10 контактов. Источник питания — две батареи 3336Л, соединенные последовательно.

Налаживание начинают с задающего генератора. Сначала подключают осциллограф к коллектору транзистора *V5* и проверяют период повторения импульсов, который должен составлять примерно 14 мс (частота следования импульсов 73,15 Гц). При необходимости его устанавливают подбором резистора *R8*. Если, например, период повторения превысит 14 мс, сопротивление резистора следует уменьшить. Длительность импульсов должна быть около 3 мкс.

Следующий этап — настройка возбудителя. Осциллограф подключают параллельно пьезовибратору (точка *4* на принципиальной схеме). На экране должен наблюдаться радиоимпульс. Если он отсутствует, нужно поменять местами выводы первичной обмотки трансформатора *T1* *(4, 5)*. Подстроечником трансформатора добиваются формы импульсов, показанной на рис. 3 (кривая *4*). Максимальная амплитуда радиоимпульса должна составлять 140 В.

Приемник эхолота в особой настройке не нуждается. Необходимо лишь обеспечить требуемый коэффициент усиления (около 400) подстроечным резистором *R19*. На выходе приемника (вывод *14* микросхемы *A5*) измеряют по осциллографу длительность зондирующего видеоимпульса (350...400 мкс).

Далее подключают осциллограф к выводу *10* микросхемы *A1* и наблюдают импульсы положительной полярности. Их длительность должна быть на 50...100 мкс больше длительности зондирующих импульсов. Нужную длительность регулируют подбором емкости конденсатора *C8*. Если, к примеру, длительность импульсов значительно превышает заданную, емкость конденсатора уменьшают.

Проверив работоспособность всех узлов, градуируют шкалу стрелочного индикатора. Переключатель *S2* *«Контроль — работа»* устанавливают в положение *«Контроль»* и подстроечным резистором *R14* устанавливают стрелку индикатора на нулевое деление шкалы (вибратор должен находиться в воде). Затем нажимают кнопку *S3* и подстроечным резистором *R13* устанавливают стрелку индикатора на конечное деление шкалы, что соответствует измеряемой глубине 10 м. Измерения ведут при отпущенной кнопке *S3* и установке переключателя *S2* в положение *«Работа»*.

ЭЛЕКТРОНИКА И АВТОМАТИКА В БЫТУ

КОНДЕНСАТОРНОЕ РЕЛЕ СВЕРХДЛИТЕЛЬНЫХ ВЫДЕРЖЕК ВРЕМЕНИ

А. Аристов

Один из распространенных автоматов выдержки времени — конденсаторное реле, поскольку оно, как правило, просто по конструкции и легко налаживается. Но выдержки времени этих реле обычно не превышают нескольких минут. Для получения же больших выдержек приходится использовать конденсаторы значительной емкости, обладающие пониженными сопротивлениями утечки, что снижает стабильность и надежность работы реле.

Используя предлагаемый принцип конструирования конденсаторных реле времени, нетрудно построить автомат с выдержкой времени до... нескольких месяцев, причем времязадающий конденсатор потребуется емкостью всего в несколько микрофарад. Принцип работы подобного реле поясняет рис. 1. Времязадающий конденсатор *C1* после заряда его через выключатель *S1* до напряжения источника питания подключается к разрядному резистору *R1* и электронному ключу через выключатель *S2*, контакты которого замыкаются на непродолжитель-

ное время через определенные интервалы вспомогательным автоматом. Иначе говоря, конденсатор разряжается короткими порциями, что равносильно увеличению емкости конденсатора, а значит, выдержки реле времени во столько раз, во сколько продолжительность между замыканиями контактов выключателя *S2* больше продолжительности их замкнутого состояния (можно сказать, что это значение соответствует скважности импульсов, управляющих контактами выключателя). Когда конденсатор разрядится до определенного напряжения, сработает пороговое устройство — электронный ключ — и реле *K1* включит (или выключит) нагрузку.

А теперь познакомимся со схемой реле времени (рис. 2), построенного на основе рассмотренного принципа. Времязадающий конденсатор здесь — *C1*. Он подключен через контакты *K2.1* герконового реле *K2* к пороговому устройству на однопереходном транзисторе *V1*. Контакты замыкаются периодически через определенные интервалы времени, задаваемые генератором, который управляет работой реле *K2*.

Предположим, что конденсатор *C1* уже заряжен до напряжения источника питания и отсчет выдержки времени начался. В те моменты, когда контакты замкнуты, конденсатор *C1* разряжается через резистор *R2* (параллельно ему можно подключить выключателем *S1* резистор *R3* и ускорить разряд конденсатора в 20 раз, уменьшив тем самым во столько же установленную выдержку времени). Реле подключено к генератору импульсов большой скважности, поэтому контакты замкнуты в течение сравнительно короткого времени, а в течение более длительного периода разомкнуты и конденсатор не разряжается.

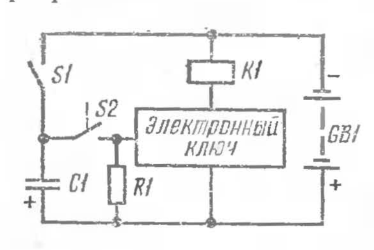


Рис. 1. Функциональная схема конденсаторного реле

Управляющие работой реле импульсы дифференцируются цепочкой *C3R7R4*, в результате чего в момент окончания управляющего импульса (то есть во время заднего фронта его) в цепь базы 2 однопереходного транзистора поступает короткий отрицательный импульс амплитудой около 0,8 В, «разрешающий» открывание транзистора. Но напряжение на эмиттере транзистора пока велико, и он остается закрытым. Когда конденсатор разрядится до определенного напряжения и в этот момент на базу 2 поступит очередной отрицательный импульс, транзистор включится.

Конденсатор *C1* на короткое время (0,1...0,5 мс) окажется подключенным через открытый переход эмиттер-база 1 транзистора *V1* к резистору *R5* и начнет заряжаться через него. В результате на резисторе появится положительный импульс, который через конденсатор *C2* и диод *V2* поступит на управляющий электрод тринистора *V4* и откроет его. Сработает реле *K1* и контактами *K1.2* (на схеме не показаны) замкнет (или разомкнет) цепь нагрузки. Поскольку при этом откроется диод *V5*, реле *K2* окажется подключенным параллельно реле *K1*. Через замкнувшиеся контакты *K1.1*, резистор *R1* и контакты *K2.1* конденсатор *C1* зарядится до напряжения источника питания. Автомат готов к последующему отсчету выдержки.

Диод *V2* защищает управляющий *p-n* переход тринистора от опасного для него обратного напряжения. Диоды *V3* и *V9* нужны для подавления экстратоков, возникающих при отпускании реле.

Чтобы начать новый цикл отсчета времени, реле нужно установить в исходное состояние, когда закрыт тринистор, а реле *K1* обесточено. Для этого достаточно замкнуть контакты выключателя *S2*. Конденсатор *C4* быстро зарядится через резистор *R9* до уровня напряжения на катоде тринистора, а конденсатор *C5* будет более медленно заряжаться через резисторы *R10, R11* до напряжения включения однопереходного транзистора *V6*. Через некоторое время этот транзистор включится и создаст положительный импульс напряжения на резисторе *R9*. Он окажется соединенным последовательно с напряжением на конденсаторе *C4* и создаст на катоде тринистора более положительное напряжение по отношению к аноду. Тринистор закроется, реле *K1* отпустит и контактами *K1.2* переключит нагрузку. Контакты *K1.1* разомкнутся. Диод *V5* закроется, и реле *K2* вновь начнет периодически включаться и выключаться.

Интервал времени между замыканием контактов выключателя *S2* и отпусканием реле *K1* можно устано-

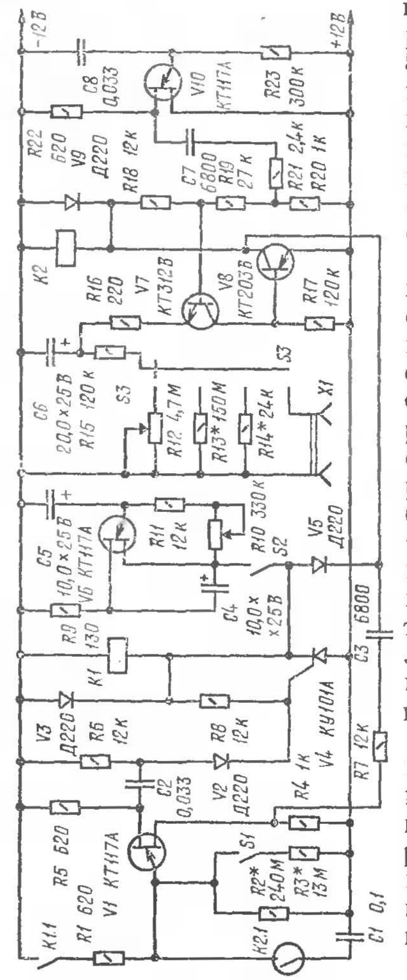


Рис. 2. Принципиальная схема конденсаторного реле

вить переменным резистором *R10* в пределах 0,15...5 с. Для увеличения этого интервала достаточно подключить параллельно конденсатору *С5* дополнительный конденсатор соответствующей емкости.

Такое, на первый взгляд, сложное устройство переключения реле времени в исходное состояние позволяет при необходимости автоматизировать работу устройства и добиться его периодического включения без постороннего вмешательства. После установки нужных выдержки и паузы реле будет отсчитывать заданные интервалы, включать (или выключать) нагрузку, а после некоторого перерыва вновь переходить в режим отсчета времени. Такой автомат сможет, например, подсыпать корм рыбам или мелким животным, поливать цветы во время отпуска, а совместно с кинокамерой — проводить покадровую съемку медленно протекающих процессов, таких как рост цветка.

Генератор импульсов, управляющих реле *К2*, собран на кремниевых транзисторах *V7* и *V8*, включенных как аналог однопереходного транзистора. Генератор вырабатывает импульсы прямоугольной формы и амплитудой, близкой к напряжению питания. Длительность импульсов около 20 мс, частоту их следования можно плавно изменять переменным резистором *R12*. В итоге выдержку времени удается плавно устанавливать в пределах 2,5...80 мин или 45 мин...26 ч (в зависимости от положения контактов выключателя *S1*). Кроме того, возможна установка фиксированных выдержек, если переключатель *S3* устанавливать в другие положения. Так при подключении им к генератору резистора *R14* выдержка может быть 3 мин или 1 ч (соответственно при замкнутых и разомкнутых контактах выключателя *S1*). Если же будет подключен резистор *R13*, выдержка соответственно станет 36 ч или 30 суток. В четвертом положении переключателя к генератору импульсов будет подключен разъем *Х1*, в гнезда которого можно вставить выводы резистора, задающего любую другую выдержку реле.

На однопереходном транзисторе *V10* собран вспомогательный генератор, импульсы которого выполняют такую же роль для генератора на транзисторах *V7, V8*, что и импульсы последнего для каскада на транзисторе *V1*.

Детали реле времени можно разместить в любом подходящем корпусе. При монтаже их следует помнить, что соединение выводов конденсатора *С1* с контактом группы *К2.1* должно быть выполнено только над платой («в воздухе»), чтобы обеспечить лучшую изоляцию этой точки и предотвратить дополнительный разряд конденсатора.

Однопереходные транзисторы — любые из серии КТ117, биполярные можно заменить любыми аналогичными кремниевыми транзисторами соответствующей структуры. Тринистор — любой из серии КУ101. Реле *К1* — на напряжение 12 В при токе срабатывания не более 50 мА. Реле *К2* — самодельное. Обмотка его содержит 3000 витков провода ПЭВ-1 0,1, намотанных на каркасе из картона, изготовленного по размерам геркона, выполняющего роль контактов *К2.1*. Из герконов лучше применить тот, который рассчитан на работу при токах в доли микроампера. Для надежности работы реле внутрь каркаса катушки желательно поместить два геркона и соединить их выводы параллельно. Подойдет и готовое герконовое реле, срабатывающее при напряжении 4...8 В.

Для питания реле использован блок БП-9/12, но вполне пригоден и любой другой источник напряжением 12 В, рассчитанный на ток нагрузки не менее 80 мА.

Если при расчете или подборе времязадающих резисторов *R2, R3, R12 — R14* окажется, что сопротивление любого из них не должно превышать 500 кОм, генератор на транзисторе *V10* можно исключить.

Налаживание реле сводится к подбору времязадающих резисторов и градуировке шкал переменных резисторов *R10* и *R12*.

В случае использования автомата для отсчета непродолжительных выдержек времени, например при проявлении фотопленки, его запускают кратковременным включением выключателя *S2*. Когда же автомат должен работать длительное время, например для подкармливания рыб в отпуске, контакты этого выключателя должны быть замкнуты постоянно.

ЦИФРОВОЙ ТАЙМЕР

В. Скрыпник

В быту нередко бывает нужен прибор для отсчета интервалов времени. Необходимость в нем возникает, например, при проявке фотопленок, приготовлении растворов, требующих дозировки времени, приготовлении пищи и во многих других случаях. Большую помощь здесь окажет предлагаемый цифровой таймер, позволяющий отсчитывать и индицировать время через 1 с. Максимальная продолжительность отсчета составляет 59 мин 59 с. Кроме того, в любое заранее установленное время от 1 до 59 мин может раздаться звуковой сигнал, извещающий об окончании заданного интервала. Несложная доработка устройства, заключающаяся в введении электромагнитного реле, позволит управлять внешними цепями, например устройствами световой сигнализации.

Познакомимся с функциональной схемой таймера, изображенной на рис. 1. Основой прибора является генератор секундных импульсов, вырабатывающий из сетевого напряжения частотой 50 Гц последовательность импульсов с периодом следования 1 с. Они поступают

на коммутатор, управляемый триггером. Только при нажатии кнопки *«Пуск»* импульсы попадут с коммутатора на вход счетчика секунд, а с него последовательно на счетчики десятков секунд, минут и десятков минут. Выходы счетчиков подключены через дешифраторы к цифровым знаковым индикаторам. При нажатии кнопки *«Стоп»* коммутатор прекращает подачу секундных импульсов на счетчики и показания индикаторов остаются неизменными до тех пор, пока они не будут сброшены специальной кнопкой (на функциональной схеме она не показана).

К выходам счетчиков минут и десятков минут подключены дешифраторы автомата подачи звукового сигнала. В зависимости от индицируемой цифры на одном из выходов этих дешифраторов появляется нулевой логический уровень. Если на входы узла совпадения приходят логические нули от обоих дешифраторов, то он разрешает работу управляющего генератора. А тот, в свою очередь, примерно трижды в секунду включает звуковой генератор, сигнал которого усиливается и под-

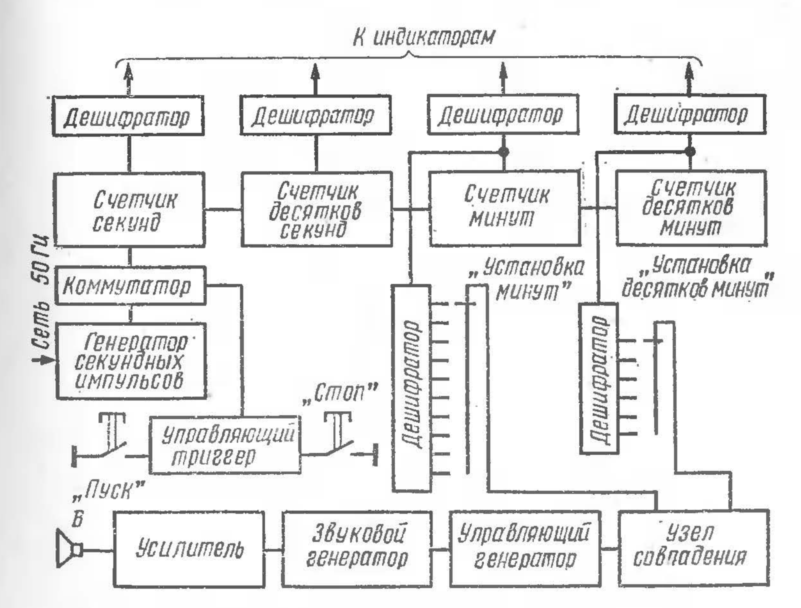


Рис. 1. Функциональная схема цифрового таймера

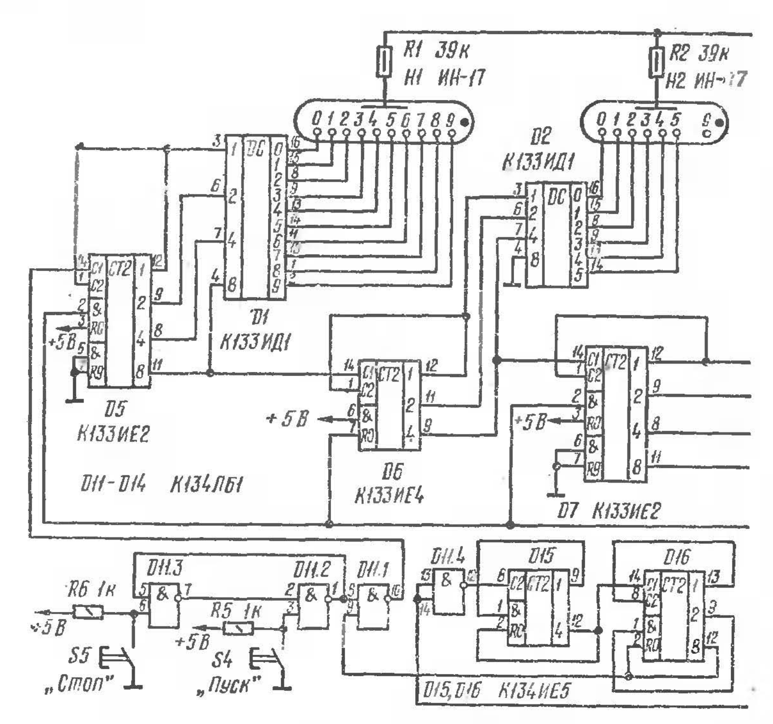


Рис. 2. Принципиальная схема цифрового таймера

водится к динамической головке. Из нее раздается громкий прерывистый звук высокого тона.

А теперь разберем работу таймера по принципиальной схеме (рис. 2). Со вторичной обмотки трансформатора *T2* через диод *V3* и делитель *R7R8* пульсирующее напряжение частотой 50 Гц поступает на формирователь импульсов, собранный на элементе *D11.4*. С выхода формирователя прямоугольные импульсы подаются на делитель частоты, составленный из микросхем *D15* и *D16*. Счетчик *D15* делит входные импульсы по частоте на 5, а *D16* — на 10, в итоге общий коэффициент деления этих микросхем по частоте составляет 50. С вывода *12* микросхемы *D16* секундные импульсы поступают на один из входов коммутатора — элемент *D11.1*. На второй его вход поступает логический уровень от управляющего *RS*-триггера, собранного на элементах *D11.2* и *D11.3*.

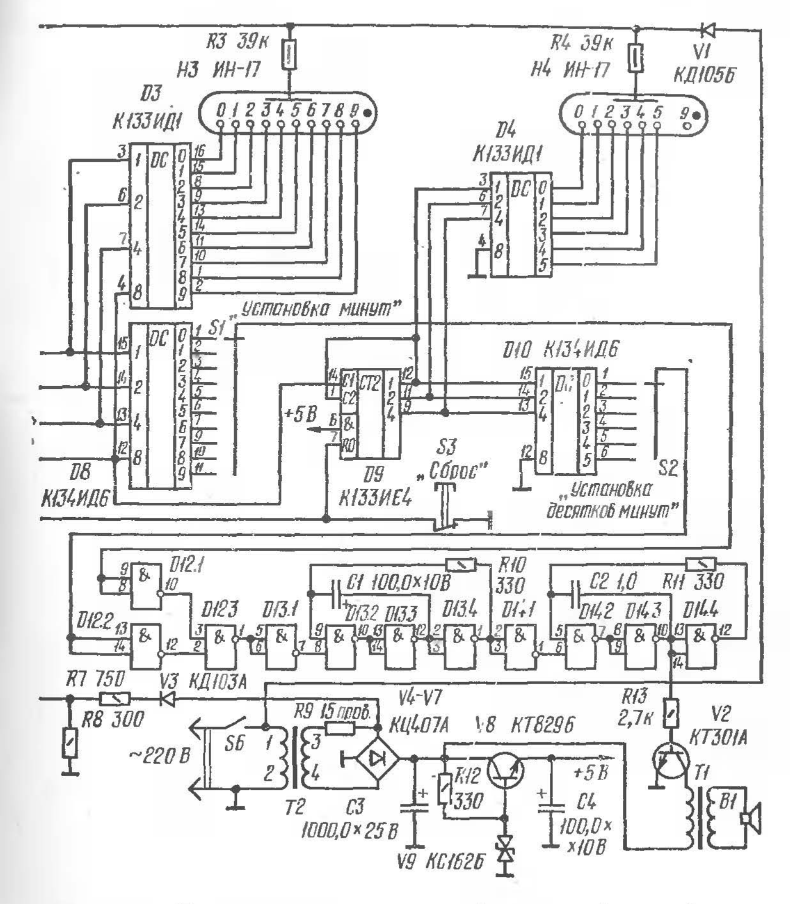


Рис. 2. Принципиальная схема цифрового таймера (продолжение)

При нажатии кнопки *S4* «*Пуск*» триггер устанавливается в такое состояние, при котором на выводе *1* элемента *D11.2* появляется логическая 1, разрешающая прохождение импульсов на вход счетчика секунд.

Счетчик секунд выполнен на микросхеме *D5*. К ее выводам *12, 9, 8, 11* подключен дешифратор *D1*, управляющий работой индикатора *H1*, а с вывода *11* импульс переноса поступает на следующий разряд — счетчик десятков секунд на микросхеме *D6*. Далее последователь-

но импульсы переноса каждого разряда поступают на счетчики минут (микросхема *D7*) и десятков минут (микросхема *D9*). Дешифраторы *D2* — *D4* и знаковые индикаторы *H2* — *H4* служат для индикации чисел в этих разрядах. Коэффициент пересчета счетчиков секунд и минут (*D5* и *D7*) равен 10, а счетчиков десятков секунд и десятков минут (*D6* и *D9*) — 6.

К выходам микросхем *D7* и *D9* подключены соответственно дешифраторы *D8* и *D10*. В процессе счета на одном из выходов этих дешифраторов появляется логический 0, который через переключатели *S1* и *S2*, а также через инверторы *D12.1* и *D12.2* подводится ко входу узла совпадения, собранного на элементе *D12.3*. При поступлении высоких логических уровней на вход этого элемента на его выходе (вывод *1*) появляется логический 0, который через инвертор *D13.1* разрешает работу управляющего генератора, собранного на элементах *D13.2* — *D13.4*. Это автоколебательный мультивибратор с периодом колебаний около 0,3 с (он зависит от постоянной времени цепочки *R10C1*). С вывода *1* элемента *D13.4* через инвертор *D14.1* управляющие импульсы периодически включают звуковой генератор, собранный на элементах *D14.2* — *D14.4* и также представляющий собой мультивибратор. Сигнал звукового генератора поступает через резистор *R13* на усилитель, собранный на транзисторе *V2*. В коллекторную цепь транзистора включен выходной трансформатор *T1* от транзисторного приемника, нагруженный на динамическую головку *B1* типа 0,25ГД-10.

При необходимости цифровой таймер можно использовать не только для подачи звукового сигнала в определенное время, но и для включения или выключения какой-нибудь внешней нагрузки, например осветительной лампы, телевизора, радиоприемника, магнитофона. Для этого достаточно дополнить его релейным каскадом (рис. 3), состоящим из элемента *D12.4* (он остался неиспользованным в основном устройстве) и транзистора *V11*. В коллекторную цепь транзистора включено реле с небольшим током срабатывания, например РЭС-15. Однако следует иметь в виду, что реле в этом случае будет находиться во включенном состоянии только в течение той минуты, пока подается звуковой сигнал. По истечении этого времени реле обесточится.

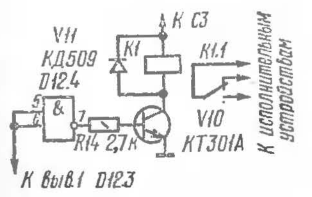


Рис. 3. Принципиальная схема каскада для управления внешним исполнительным устройством

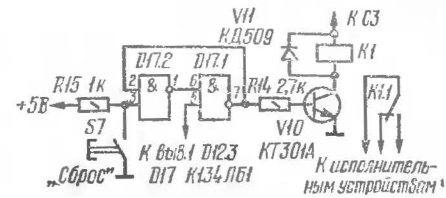


Рис. 4. Принципиальная схема каскада с *RS*-триггером

Если же внешнее устройство не допускает такого режима работы, нужно собрать автомат с *RS*-триггером (рис. 4). В исходном состоянии (кнопка *S7* была предварительно нажата) на выводе *7* элемента *D17.1* низкий уровень, транзистор закрыт и реле обесточено. Когда наступит нужное время и на выходе элемента *D12.3* появится низкий логический уровень, триггер перейдет в другое состояние и на его выходе появится уровень логической 1, в результате чего транзистор откроется и сработает реле *K1*. Триггер будет оставаться в таком состоянии до тех пор, пока снова не будет нажата кнопка *S7* (ее лучше объединить с кнопкой *S3* — тогда нормально замкнутые контакты будут использоваться для установки счетчиков в нулевое состояние, а нормально разомкнутые — для установки триггера *D17* в исходное состояние).

В источнике питания таймера применен простейший стабилизатор напряжения на транзисторе *V8* и стабилитроне *V9*. В качестве трансформатора питания *T2* использован выходной трансформатор кадровой развертки ТВК110-ЛМ от унифицированного телевизора УНТ-47/59. Чтобы погасить излишек напряжения, в цепь вторичной обмотки включен проволочный резистор *R9*.

Детали таймера можно разместить в любом подходящем корпусе, например размерами 165 × 155 × 65 мм, как это сделано у автора.

ЭЛЕКТРОННЫЙ МУЗЫКАЛЬНЫЙ ЗВОНОК

Г. Соколов, Н. Сорокин

Хотя предлагаемая конструкция предназначена для работы в качестве квартирного звонка, она с успехом может быть использована, например, в электронном будильнике, в музыкальной приставке-сигнализаторе к телефонному аппарату и во многих других случаях, когда требуется мелодичная звуковая программа.

Электронный музыкальный звонок (рис. 1) выполнен на пяти микросхемах и четырех транзисторах. На логических элементах *D1.1 — D1.3* собран по схеме мультивибратора тактовый генератор, вырабатывающий прямоугольные импульсы, частота которых может быть установлена подстроечным резистором *R2* в зависимости от темпа выбранной музыкальной программы.

С выхода генератора тактовые импульсы поступают на вход двоичного счетчика, выполненного на микросхеме *D2.* С помощью дешифратора на микросхеме *D3* выходной двоичный код счетчика преобразуется в шестнадцатипозиционный код управления тональным генератором, собранным на логических элементах *D4.1 — D4.3* по схеме, аналогичной схеме тактового генератора.

Времязадающая цепь тонального генератора включает в себя набор подстроечных резисторов *R5 — R18,* каждый из которых определяет частоту только одного

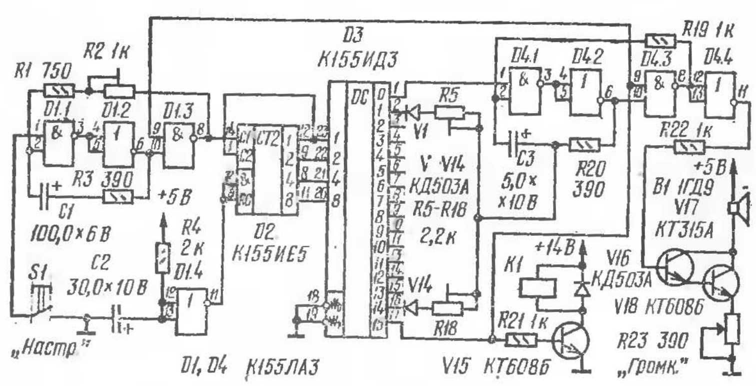


Рис. 1. Принципиальная схема электронного музыкального звонка

тона, выдаваемого тональным генератором при появлении управляющего сигнала на соответствующем выходе дешифратора. Диапазон перестройки тонального генератора подстроечными резисторами может составлять полторы октавы, что вполне достаточно для воспроизведения несложной мелодии. Последовательный выбор времязадающей цепи осуществляется синхронно с импульсами тактового генератора. А чтобы исключить влияние времязадающих цепочек друг на друга, они развязаны диодами *V1 — V14.*

Выходной сигнал тонального генератора поступает через инвертор на элементе *D4.4* на вход усилителя НЧ, собранного на составном транзисторе *V17V18.* Нагрузкой усилителя является динамическая головка *B1.* Резистором *R23* регулируют громкость звука.

С помощью элемента *D1.4* счетчик на микросхеме *D2* автоматически устанавливается в исходное состояние при включении питания.

Питается музыкальный звонок от стабилизированного источника напряжением +5 В, выполненного по компенсационной схеме (рис. 2) на транзисторе *V20.* В цепи отрицательной обратной связи включен операционный усилитель *A1.*

Работает музыкальный звонок так. При нажатии звонковой кнопки *S2* у входа в квартиру на понижающий трансформатор устройства подается сетевое напряжение. Логический элемент *D1.4* устанавливает счетчик в исходное (нулевое) состояние, которому соответствует логический нуль на выходе «0» (вывод *1*) дешифратора на микросхеме *D3.* Тональный генератор оказывается заторможенным, что необходимо для исключения влияния на частоту генератора переходных процессов при включении питания. Одновременно на транзистор *V15*

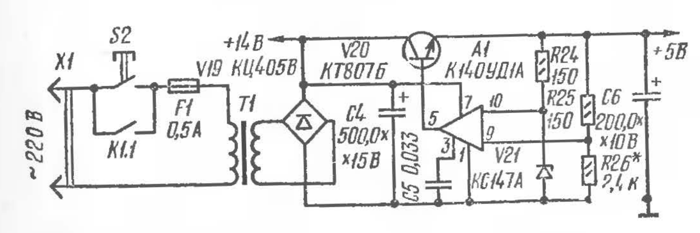


Рис. 2. Принципиальная схема блока питания звонка

с выхода «15» (вывод *17*) дешифратора поступает логическая единица, транзистор открывается и срабатывает реле в его коллекторной цепи. Контактами *K1.1* реле блокирует кнопку *S2*.

Первый тактовый импульс переводит счетчик в состояние, при котором дешифратор подключает к тональному генератору времязадающий резистор *R5*, снимая одновременно с генератора сигнал запрета. В динамической головке появляются звуковые колебания, частота которых зависит от сопротивления резистора *R5*. С каждым последующим тактовым импульсом к тональному генератору будет подключаться новый времязадающий подстроечный резистор и из динамической головки будет звучать другой тон. В итоге звонок исполнит ту или иную набранную мелодию.

С пятнадцатым тактовым импульсом на выходе «15» дешифратора появится логический нуль, который станет сигналом запрета для тонального и тактового генераторов, а также сигналом закрывания транзистора *V15*. Реле окажется обесточенным, его контакты разомкнутся и отключат звонок от сети. Подача сигнала запрета на тактовый генератор исключает появление лишнего тактового импульса из-за остаточного напряжения на конденсаторах блока питания и повторного включения звонка.

Конструктивно музыкальный звонок выполнен в корпусе абонентского громкоговорителя, в котором уже есть динамическая головка и регулятор громкости.

Микросхемы серии К155 можно заменить на аналогичные серии К133. Вместо транзистора КТ315А можно применить другие транзисторы этой серии, вместо КТ608Б — КТ608А, КТ603, вместо КТ807Б — КТ807А, КТ801 с любым буквенным индексом, вместо диода КД503А — другие маломощные диоды, вместо выпрямительного моста КЦ405В — выпрямительные диоды, рассчитанные на ток не менее 50 мА и обратное напряжение не ниже 50 В. Электролитические конденсаторы — К50-6, конденсатор *C5* — КМ-5 (можно КМ-6). Постоянные резисторы — МЛТ-0,125, подстроечные *R5* — *R18* желательно применить многооборотные типа СП5-2, СП5-3, СП5-15, *R2* — любого типа, переменный резистор *R23* — СП-I. Реле может быть РЭС49 или другое, рассчитанное на напряжение срабатывания 12 В при токе до 50 мА и допускающее коммутацию переменного напряжения 220 В. Кнопка *S1* — КМ1-1 или другая с самовозвратом, *S2* — обычная звонковая. Трансформатор питания может быть любого типа мощностью не менее 10 Вт с напряжением на вторичной обмотке около 10 В. Подойдет, например, выходной трансформатор кадровой развертки телевизора — ТВК-70Л2.

Налаживание электронного музыкального звонка начинают с проверки выходного напряжения стабилизатора. На это время контакты кнопки *S2* следует замкнуть перемычкой. Подбором резистора *R26* напряжение устанавливают равным 5 В ±5%.

Для настройки тонального генератора вначале выбирают подходящую мелодию, рассчитывают суммарную длительность музыкального фрагмента из нее, который может исполнить звонок,— она будет равна произведению числа разрядов дешифратора (в данном случае 14) на минимальную длительность ноты, входящей в выбранный фрагмент. Естественно, период тактовых импульсов в этом случае должен соответствовать минимальной длительности ноты. Далее определяют число разрядов дешифратора, приходящихся на другие ноты, длительней минимальной,— делят длительность конкретной ноты на минимальную длительность. А затем

Таблица 1

Разряд дешифратора	Нота	Частота, Гц
1	до диез	277,12
2	ми	329,63
3	соль диез	415,28
4	ми	329,63
5	фа диез	369,92
6	фа диез	369,92
7	ми	329,63
8	ре диез	311,72
9	соль диез	415,28
10	соль диез	415,28
11	фа диез	369,92
12	фа диез	369,92
13	до диез	277,12
14	до диез	277,12

составляют таблицу поразрядного значения частот для выбранного фрагмента. Табл. 1 составлена для фрагмента мелодии песни «Подмосковные вечера».

Теперь можно настраивать тональный генератор. К динамической головке подключают цифровой частотомер и, удерживая кнопку *S1* в нажатом состоянии, включают звонок кнопкой *S2*. Кратковременным отпусканием и последующим нажатием кнопки переводят счетчик в состояние 1. В динамической головке послышится звук. Подстроечным резистором *R5* по показаниям частотомера настраивают тональный генератор на частоту первой ноты. Последующим отпусканием и нажатием кнопки *S1* переводят дешифратор на другой разряд и настраивают тональный генератор резистором *R6* на частоту следующей ноты. Аналогично подбирают частоты остальных нот музыкального фрагмента в соответствии с таблицей. После настройки тонального генератора подстроечным резистором *R2* устанавливают частоту тактовых импульсов, которая определяет темп исполнения мелодии.

При отсутствии цифрового частотомера звонок можно настроить по любому музыкальному инструменту в унисон либо на слух.

ТИРИСТОРНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ГИРЛЯНД

В. Нарсеев

Переключатель рассчитан на питание четырех гирлянд и позволяет получить эффект «бегущие огни», если лампы гирлянд расположить соответствующим образом. Гирлянды разбиты на две пары, каждая из них включается своим тринистором. Но при открывании тринистора зажигается только одна из подключенных гирлянд. Происходит это потому, что гирлянды пар подключены к разным фазным проводам сети. Кроме того, в переключателе предусмотрена возможность изменять скорость переключения гирлянд и направление «бегущего огня».

Рассмотрим работу переключателя по его принципиальной схеме, приведенной на рис. 1. На динисторах *V6* и *V7* собран задающий генератор по схеме мультивибратора. Питается генератор стабилизированным напряжением +130 В, снимаемым со стабилитрона *V2*. При подаче питания заряжаются конденсаторы *C2* (через резисторы *R3*, *R5*) и *C3* (через резисторы *R4* — *R6*) до напряжения открывания (включения) динисторов. Первым открывается динистор *V6* из-за меньшей постоянной времени цепи *R3C2R5*. Открывается тринистор *V5* и зажигается гирлянда *H1*, если на ее верхнем по схеме выводе положительный полупериод сетевого напряжения, или гирлянда *H2* — при положительном полупериоде напряжения на ее верхнем выводе. Затем открывается динистор *V7*, а значит, и тринистор *V10*. Конденсатор *C3* разряжается через них и через резистор *R5*, создавая на резисторе отрицательный импульс, который поступает через конденсатор *C2* на динистор *V6* и закрывает его. Теперь вспыхнет гирлянда *H3* или *H4*.

Номиналы деталей задающего генератора выбраны такими, что продолжительность заряда конденсатора *C2* до напряжения открывания динистора *V6* составляет примерно 5 мс, а конденсатора *C3* (до напряжения открывания динистора *V10*) — около 15 мс. В результате гирлянды переключаются с частотой около 50 Гц. Но ведь задающий генератор не синхронизирован с частотой сети и фаза управляющих тринисторами импульсов непрерывно изменяется относительно фазы сетевого напряжения, что определяет скорость «бегущего огня». На-

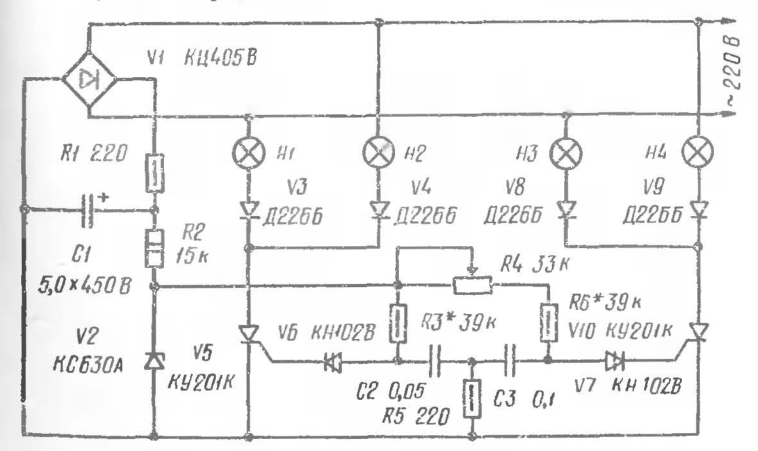


Рис. 1. Принципиальная схема

правление движения света зависит от значения частоты генератора — если она больше частоты сети, свет перемещается в одну сторону, если меньше — в другую. Нужную частоту генератора подбирают переменным резистором *R4*. В среднем положении его движка гирлянды будут просто переключаться, эффект «бегущие огни» исчезнет.

Тринисторы могут быть любые другие, кроме указанных на схеме, рассчитанные на прямое напряжение не менее 300 В. Стабилитрон КС630А можно заменить другим с напряжением стабилизации 120...160 В. При этом нужный ток стабилизации устанавливают подбором резистора *R2*. В крайнем случае можно вообще изъять стабилитрон и установить вместо него цепочку из параллельно включенных резистора МЛТ-2,0 сопротивлением 15 кОм и конденсатора емкостью 5... 15 мкФ на номинальное напряжение не менее 150 В.

Динисторы могут быть любые из серии КН102 с напряжением включения 20...80 В. Конденсаторы *C2* и *C3* — МБМ на напряжение 160 В. Переменный резистор — СПО-0,5.

Гирлянды составлены каждая из 30 ламп МН6, 3-0,28, соединенных последовательно. При использовании гирлянд с другим током потребления придется установить соответствующие диоды *V3, V4, V8, V9*.

Детали переключателя монтируют на плате (рис. 2) из фольгированного стеклотекстолита. Тринистор устанавливают на плате горизонтально, впаивая его вывод анода непосредственно в плату и соединяя выводы катода и управляющего электрода с соответствующими точками платы толстыми голыми лужеными проводниками. Аналогично монтируют и стабилитрон. Конденсатор *C1* прикрепляют к плате проволочным хомутиком, соединяющим его корпус с контактной полоской платы. Переменный резистор впаивают выводами в плату.

Плату укрепляют затем в корпусе из изоляционного материала. Переменный резистор выходит осью наружу корпуса, на ось надевают ручку из изоляционного материала.

Гирлянды можно подключить к плате непосредственно проводами в изоляции или использовать для этой цели, например, семиштырьковый разъем, установленный на задней стенке корпуса.

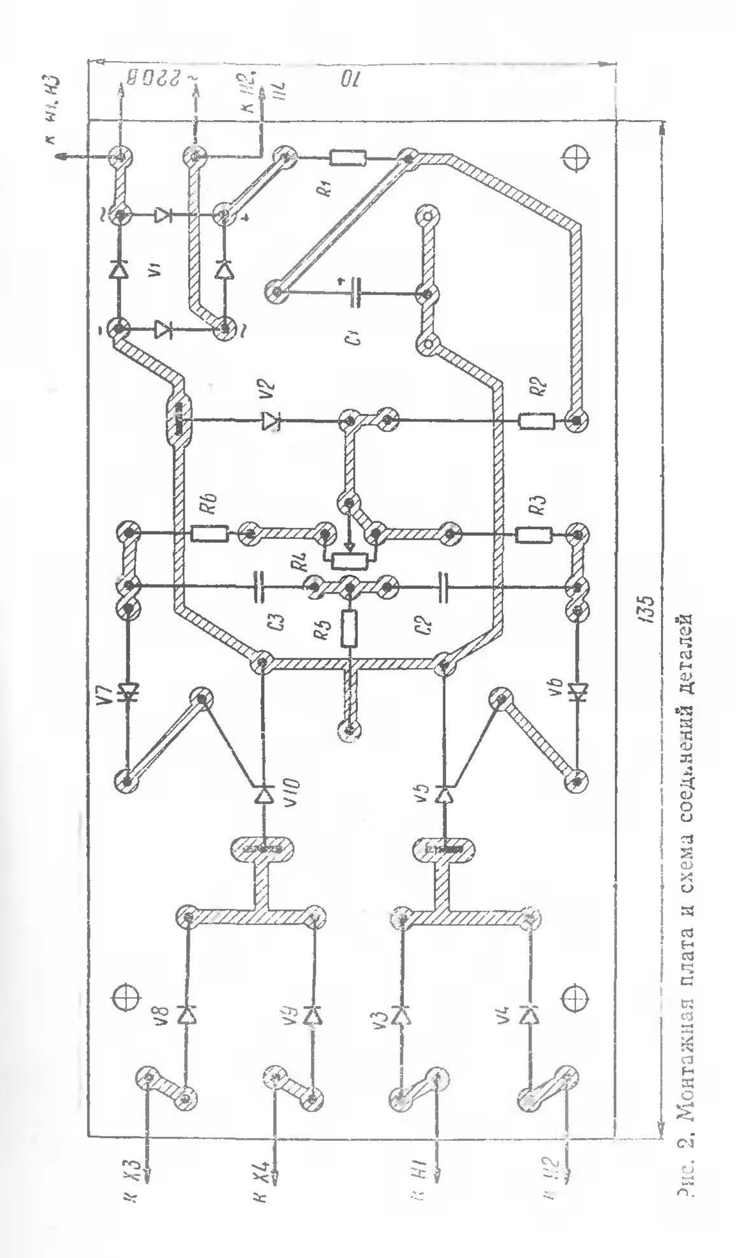


Рис. 2. Монтажная плата и схема соединений деталей

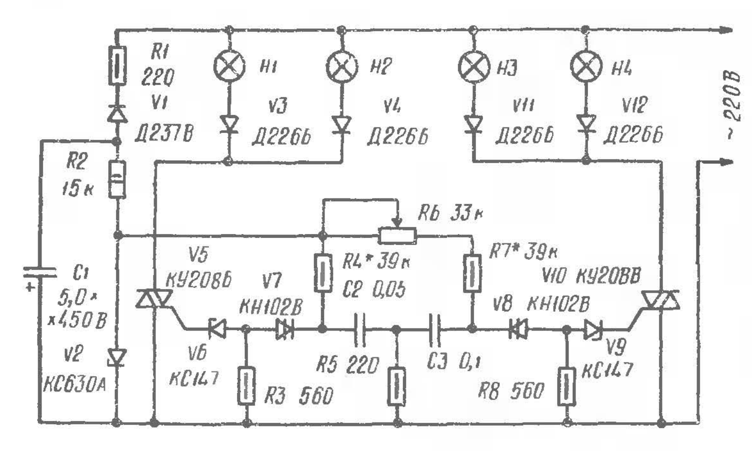


Рис. 3. Принципиальная схема переключателя с симисторами

Настраивать переключатель лучше всего по осциллографу, имеющему калибратор длительности. Подбором резистора *R3* сначала устанавливают продолжительность зарядки конденсатора *C2* примерно 5 мс. Затем ставят движок переменного резистора *R4* в среднее положение и подбором резистора *R6* добиваются остановки «бегущего огня». Теперь при повороте движка переменного резистора влево и вправо от среднего положения «бегущий огонь» должен изменять направление и скорость.

Без осциллографа переключатель настраивают визуально по поведению гирлянд. В этом случае резисторы *R3* и *R6* временно заменяют каждый цепочкой из последовательно соединенных переменного резистора сопротивлением 47...100 кОм и постоянного сопротивлением 20 кОм. Как и в предыдущем случае, движок переменного резистора *R4* устанавливают в среднее положение, а переменного резистора цепочки *R3* — в положение минимального сопротивления. Затем переменным резистором цепочки *R6* добиваются остановки «бегущего огня» — должны зажигаться только две гирлянды. Далее изменяют одновременно сопротивления цепочек *R3* и *R6* и добиваются на малой скорости равномерного перемещения света по гирляндам. Измеряют получившиеся сопротивления цепочек и впаивают в плату постоянные резисторы *R3* и *R6* с такими сопротивлениями.

Если в вашем распоряжении окажутся симисторы КУ208Б, переключатель можно несколько упростить (рис. 3). Теперь все гирлянды будут иметь общий провод питания, но в цепи каждой из них поставлен диод, подключающий гирлянду к открытому симистору при определенном полупериоде сетевого напряжения на верхнем по схеме выводе. Благодаря симисторам удалось избавиться от двухполупериодного выпрямителя.

Мультивибратор (задающий генератор) в этом переключателе питается отрицательным напряжением, а в цепи управляющего электрода симисторов поставлены стабилитроны, устраняющие влияние симисторов на частоту и фазу генератора.

Принцип работы и порядок налаживания этого переключателя аналогичны предыдущей конструкции.

СОДЕРЖАНИЕ

ББК 32.884.19

Рецензент кандидат технических наук В. Т. Поляков

В80 **В помощь радиолюбителю:** Сборник. Вып. 80 /Сост. Б. С. Иванов.— М.: ДОСААФ, 1983.— 78 с., ил.
30 к.

Приведены принципиальные схемы и описания конструкций радиотехнических устройств различной степени сложности.

Для широкого круга радиолюбителей и специалистов.

В $\frac{2402020000-025}{072(02)-83}$ 28—83

ББК 32.884.19
6Ф2.9